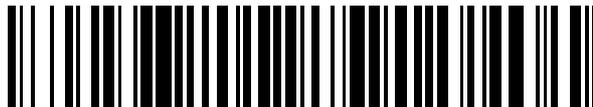


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 071**

51 Int. Cl.:

B21D 26/021 (2011.01) **B29C 70/46** (2006.01)

B21D 26/059 (2011.01)

B29C 70/44 (2006.01)

B29C 43/10 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

B29C 33/04 (2006.01)

B29C 35/00 (2006.01)

B29C 43/12 (2006.01)

B29C 43/32 (2006.01)

B29K 105/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2002 E 02709894 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.09.2014 EP 1365908**

54 Título: **Sistema y método para la producción de un componente de material compuesto o de metal enlazado**

30 Prioridad:

25.01.2001 AU PR270701

20.04.2001 AU PR452001

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

20.11.2014

73 Titular/es:

**QUICKSTEP TECHNOLOGIES PTY, LTD (100.0%)
152 VULCAN ROAD
CANNING VALE, WA 6155, AU**

72 Inventor/es:

GRAHAM, NEIL

74 Agente/Representante:

DE PABLOS RIBA, Julio

ES 2 523 071 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para la producción de un componente de material compuesto o de metal enlazado.

5 La presente invención está dirigida a la fabricación de componentes de material compuesto así como a la conformación y enlace súper-plásticos de componentes de metal de hojas delgadas.

10 Los componentes de material compuesto se fabrican típicamente impregnando un material fibroso, tal como fibra de vidrio, con una matriz de resina o con un medio de enlace tal como resina termoplástica o termocurada, o formando y enlazando hojas de material termoplástico entre sí o en capas para formar piezas. Este material impregnado de resina es sometido posteriormente a una presión y una temperatura elevadas para comprimir el material y conformar o curar la matriz de resina o el medio de enlace, para producir con ello el componente de material compuesto/curado. Los componentes de metal enlazado se forman conformando las hojas metálicas delgadas y colocando adhesivo o material ligante entre las hojas, elevando a continuación la temperatura mientras se mantiene una presión de retención o fuerza de fijación para asegurar un enlace adecuado. En cada caso, el material necesita ser comprimido para expulsar el exceso de aire y de resina desde el interior de la capa de material compuesto o del enlace metálico para que cure el laminado según una capa sólida o enlacen los laminados sólidos entre sí para formar una pieza final. Los componentes de peso ligero de alta resistencia pueden ser producidos mediante este método, lo que hace que tales componentes sean particularmente adecuados para aeronaves, automoción y aplicaciones marinas.

20 La solicitante ha desarrollado un sistema para producir componentes compuestos de ese tipo según se describe en el documento WO 96/07532. El sistema descrito utiliza un par de cámaras de presión que proporcionan respectivamente una superficie de moldeo y una superficie de soporte. La superficie de moldeo puede ser proporcionada por un molde flotante rígido o semirrígido que forma una pared de una de las cámaras de presión. La superficie de soporte puede ser proporcionada ya sea por un segundo molde flotante cooperante rígido o semirrígido, o por una bolsa de vacío, o por una vejiga elásticamente deformable que forma una pared de la otra cámara de presión. Se puede formar una capa de material compuesto mediante una capa de material impregnado de resina que se extiende por una tela de cubierta y una tela de vejiga que pueden estar situadas entre la superficie de moldeo y la de soporte. Una vez que la acumulación de material compuesto se ha situado en su posición, se hace circular fluido a presión y temperatura elevadas a través de cada cámara de presión para comprimir con ello la acumulación y también para conformar o curar la matriz de resina o el medio de enlace. Alternativamente, las capas de material pueden ser inicialmente extendidas en el molde para proporcionar un laminado, y se puede usar Moldeo por Transferencia de Resina o Infusión de Película de Resina para introducir la resina en el laminado, permitiendo con ello la formación de la pieza. La circulación del fluido proporciona un curado muy uniforme del componente con el uso de tiempos, calentamiento y enfriamiento de ciclo rápido y ahorro de energía. Además, en una disposición preferida de este sistema, se pueden aplicar presiones iguales a lados opuestos de la acumulación de material compuesto puesto que se hace circular fluido a la misma presión a través de cada cámara de presión. El componente de material compuesto resultante tiene una excelente uniformidad de material en comparación con componentes de material compuesto fabricados mediante otros procesos de producción de material compuesto conocidos.

40 La solicitante ha desarrollado también un sistema para producir, reparar, conformar y enlazar tanto componentes de material compuesto como de metal en el documento WO 01/64387, usando al menos una cámara de presión que tiene una cara de contacto desplazable, haciendo que el fluido circule a temperatura y presión elevadas.

45 En todos los sistemas desarrollados por la solicitante, el principio común de funcionamiento consiste en el uso de fluido circulante a temperatura y presión elevadas para realizar el proceso de curado. La ventaja de usar fluido circulante como medio de calentamiento (o de enfriamiento) reside en la capacidad para transferir calor de manera rápida y uniforme a la zona que se está calentando. En la práctica, esto da como resultado tiempos de curado para la fabricación de productos de material compuesto que son sustancialmente más cortos que los posibles con los procesos de producción en autoclave convencionales. Esto se debe a las tasas más elevadas de transferencia de calor en el fluido en comparación con el aire (es decir, típicamente 22 veces mayores con el agua). El resultado es que se consiguen velocidades de producción sustancialmente mayores y costes de producción globales más bajos por unidad.

Otra ventaja del uso de fluido circulante es que el calor se transfiere de una manera más uniforme a la acumulación sin "puntos calientes" como puede ocurrir usando autoclave u otros métodos de calentamiento.

55 Los sistemas de la solicitante proporcionan también una presión relativamente uniforme a través de la acumulación debido al uso de fluido circulante a presión elevada. Además, en las disposiciones en las que se aplica presión a los lados opuestos de una acumulación, la presión puede ser equilibrada de tal modo que se hace innecesario utilizar aparatos que tengan una resistencia estructural alta para soportar cargas pesadas aplicadas.

Además, la presente invención puede utilizar un efecto de "densidad equilibrada" que permite que se fabriquen paneles y componentes grandes. Los detalles de este efecto se describirán en lo que sigue con mayor detalle.

Aunque el sistema de producción de componentes de material compuesto divulgado en el documento WO 96/07532 está en uso, no es posible preparar la siguiente acumulación de material compuesto hasta que ha sido curado o conformado el componente de material compuesto que está siendo fabricado en ese momento. Además, no es posible cambiar fácilmente los moldes para producir un componente de material compuesto diferente puesto que ello requiere que el molde flotante rígido o semirrígido sea extraído de la cámara de presión y sea reemplazado por otro molde rígido o semirrígido con una configuración diferente.

Con el molde fijado en la pared de la cámara de presión, es difícil maniobrar el molde para tener acceso al molde, por ejemplo para colocar las matrices de material compuesto en el molde.

Adicionalmente, es difícil trabajar sobre el molde para colocar los refuerzos mientras está en la celda de presión con las cámaras de presión circundándolo. Es posible sacar la pieza de material compuesto fuera del molde y colocarla a continuación en una plantilla y acoplar los refuerzos, por ejemplo nervios, mamparos, refuerzos traseros, etc. Sin embargo, esto no es lo preferible debido a que el componente de material compuesto no es rígido en general y tiende a flexar hasta que todos los refuerzos están en su posición. Resulta por lo tanto preferible colocar todos los refuerzos y completar todos los procesos secundarios hasta extraer la pieza del molde. De esa manera se asegura una precisión dimensional máxima.

También en algunas circunstancias es necesario o preferible disponer de moldes partidos para separar una parte del molde. Esto es difícil de acomodar dentro del presente proceso sin cámaras de presión partidas y sofisticados mecanismos de bloqueo en las paredes del molde para sujetar los moldes entre sí a efectos de asegurar que no hay pérdidas de fluidos.

También, es difícil adaptar la cámara de presión para producir componentes compuestos de tamaños ampliamente distintos debido a la disposición de molde flotante. Esto es aún un proceso "por lotes" en el que no es posible emprender ninguna acción adicional hasta que se ha completado el procedimiento corriente de curación y conformación. Puede ser, sin embargo, ventajoso estar en condiciones de disponer de un sistema de producción de material compuesto que permita un proceso "semi-continuo" en el que al menos se pueda realizar una parte del procedimiento de fabricación incluso aunque el sistema esté en ese momento compactando, curando o conformando un componente de material compuesto o de metal enlazado mientras se mantiene al mismo tiempo la calidad del componente producido mediante ese sistema. También podría ser ventajoso estar en condiciones de fabricar una diversidad de componentes y moldes diferentes para esos componentes en sí mismos reduciendo radicalmente el coste de los utillajes sin tener que alterar la configuración básica de las cámaras de presión hermetizadas ni la extracción de fluido del sistema. Esto facilitará la introducción de un sistema de ese tipo para aplicaciones de producción en serie debido a la mejora de tiempo y a la eficacia de producción.

El documento US-A-1.806.861 describe aparatos para realizar vidrio compuesto haciendo circular fluido a temperatura y presión elevadas a través de contenedores de caucho por cualquiera de los lados de una pluralidad láminas que van a ser unidas, cada una de ellas asentada en un rebaje de una platina.

El documento FR-2236725 describe un sistema para enlazar componentes metálicos mientras se están sometiendo a calentamiento en el interior de un horno, usándose bolsas inflables para corregir el posicionamiento de los componentes.

Por lo tanto, un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un sistema y un método mejorados para producir componentes de material compuesto o enlazado.

Manteniendo esta idea, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema para producir componentes de material compuesto o de metal enlazado, según la reivindicación 1.

El fluido que se hace circular a través de cada cámara de presión puede ser mantenido sustancialmente a la misma presión de tal modo que las fuerzas que actúan alrededor del conjunto de molde y de la acumulación estén equilibradas. Esto facilita el uso de paredes de cámara de material elásticamente deformable de tal modo que no necesitan ser de una resistencia mecánica sustancial para mantener la precisión dimensional y pueden ser por lo tanto de una construcción más ligera. Las paredes de cámara pueden ser por lo tanto relativamente delgadas para permitir que el calor sea transferido fácilmente a través del conjunto de molde y de la acumulación.

Las paredes de cámara elásticamente deformables se conforman también íntimamente en torno a la forma del conjunto de molde y de la acumulación soportada asegurando una transferencia de calor relativamente uniforme a través del conjunto de molde.

En determinados componentes que tienen una configuración externa particularmente enrevesada, la pared de cámara que se superpone a la acumulación puede no estar capacitada para conformarse apropiadamente contra dicha configuración externa. Esto podría ocurrir, por ejemplo, cuando el componente que va a ser fabricado tiene cavidades o canales profundos en el mismo.

Bajo estas circunstancias, la pared de la cámara que se superpone a la acumulación puede estar configurada de modo que se conforme al menos en general con la configuración del componente que está siendo fabricado. La

circulación de fluido a través de la cámara de presión que soporta la pared de cámara configurada, empujará a esa pared de cámara a que se conforme íntimamente con la forma del componente.

5 Puesto que el conjunto de molde está separado de las cámaras de presión, ello facilita el uso de un sistema conforme a la invención en un proceso semi-continuo debido a que el conjunto de molde y la acumulación pueden ser conjuntados por separado de las cámaras de presión. Además, se pueden estructurar conjuntos de molde adicionales mientras las cámaras de presión están siendo usadas.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método de fabricación de componentes de material compuesto o de metal enlazado que incluye:

10 posicionar una acumulación de material compuesto o de metal enlazado en una cavidad de molde de un conjunto de molde;

posicionar el conjunto de molde junto con la acumulación entre la primera y la segunda cámaras de presión, teniendo cada cámara de presión una pared de cámara elásticamente deformable, estando las paredes de cámara situadas en relación opuesta con el conjunto de molde ubicado entre las mismas, y

15 hacer circular un fluido a presión y temperatura elevadas a través de cada cámara de presión de tal modo que la acumulación de material compuesto o de metal enlazado sea comprimida y curada o conformada.

20 El conjunto de molde puede incluir una única sección de molde para soportar la acumulación de material compuesto o de metal enlazado, estando una de las paredes elásticamente deformables en contacto directo con la acumulación de material compuesto o de metal enlazado o con una tela de vejiga ubicada a través de la acumulación cuando esta ha sido situada entre las dos cámaras de presión. La sección de molde puede ser de construcción rígida o semirrígida. También se ha previsto que el conjunto de molde incluya un par de secciones de molde rígidas o semirrígidas de tal modo que la acumulación de material compuesto o de metal enlazado puede ser situada entre las mismas.

25 La(s) sección(es) de molde puede(n) estar dividida(s) para facilitar la liberación del componente completo desde la(s) misma(s). Esto es factible en el sistema conforme a la presente invención debido a que al estar la(s) sección(es) de molde separada(s) de las cámaras de presión, puede(n) ser fácilmente dividida(s) cuando se separa(n) de, y está(n) fuera de, las cámaras de presión. De esta manera, las cámaras de presión se mantienen intactas y completamente hermetizadas en todo momento. Por lo tanto, es preferible que la capacidad para retirar la(s) sección(es) de molde que contiene(n) la pieza desde las cámaras de presión, mantenga la(s) sección(es) de molde hermetizada(s) y unida(s) a la cámara de presión.

30 Cuando se usa una sola sección de molde, se puede usar una bolsa de vacío para proporcionar una compresión inicial de la acumulación. A este fin, la bolsa de vacío puede estar localizada sobre la acumulación, y la acumulación comprimida con anterioridad a que el conjunto de molde sea comprimido entre las cámaras de presión.

35 La cámara de presión puede incluir un alojamiento que soporte dicha pared de cámara elásticamente deformable en un lado de la misma. La citada pared puede tener bolsas, anillos o puntos de sujeción para los moldes tanto en la pared elástica como en las paredes de las respectivas cámaras de presión o bolsas cortadas en una pared rígida y alineadas con el material elástico para ajustarse al molde. La pared de cámara puede estar formada por un material elásticamente deformable tal como caucho.

40 Alternativamente, la cámara de presión puede incluir un alojamiento de soporte externo o bastidor que soporte una vejiga flexible en el mismo. Una cara de la vejiga puede proporcionar la pared de cámara elásticamente deformable. Esta disposición facilita el mantenimiento de las cámaras de presión. Por ejemplo, si se encontrara alguna fuga en la vejiga de presión, la vejiga puede ser simplemente retirada y sustituida por otra vejiga. No existe ninguna necesidad de proporcionar ninguna disposición especialmente sellante entre el alojamiento y una pared elásticamente deformable separada que fuera susceptible de presentar fugas.

45 La cámara de flujo de fluido puede incluir una vejiga formada con material elásticamente deformable tal como caucho de silicona asegurado a la sección de molde a lo largo de su periferia, cubriendo con ello al menos una porción sustancial de la cara de la sección de molde adyacente. Al menos un miembro de soporte puede interconectar la vejiga y la cara de la sección de molde para proporcionar soporte adicional a la vejiga así como para guiar el flujo de fluido a través de la cámara de flujo de fluido. Se prevé también que al menos una aleta rígida o semirrígida de transferencia de calor pueda extenderse desde la cara de la sección de molde. La(s) aleta(s) puede(n) facilitar la transferencia a la sección de molde y ayudar a guiar el flujo de fluido. Además, la(s) aleta(s) puede(n) estar sujeta(s) a la vejiga para proporcionar soporte adicional a la vejiga.

50 Se prevé alternativamente que la cámara de flujo de fluido pueda ser proporcionada mediante un alojamiento rígido o semirrígido o una placa fijada elásticamente a lo largo de su periferia a la cara de la sección de molde a través de la cual pueda circular el fluido.

55 La provisión de la cámara de fluido proporciona contacto directo del fluido en una porción sustancial de la cara de

sección de molde que optimiza la transferencia de calor desde el fluido hasta la cara del molde. El conjunto de molde anteriormente descrito puede ser usado en el sistema de producción conforme a la presente invención.

Por lo tanto, según una característica opcional adicional de la presente invención, se proporciona un sistema según se ha definido con anterioridad, en el que:

5 el al menos un conjunto de molde incluye una sección de molde que tiene caras opuestas; una de dichas caras de sección de molde proporciona una cavidad de molde dentro de la cual se puede ubicar una acumulación de material compuesto o de metal enlazado; el al menos un conjunto de molde incluye además una cámara de flujo de fluido proporcionada adyacentemente a dicha cara de sección de molde de tal modo que el fluido que circula a través de la cámara de flujo de fluido está en contacto directo con al menos una porción sustancial de la cara opuesta de la sección de molde; en el que, cuando el sistema está en uso, se hace circular fluido a temperatura y presión elevadas a través de cada cámara de presión y de la cámara de flujo de fluido del al menos un conjunto de molde.

15 De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un método de producción de componentes de material compuesto o de metal enlazado según se ha definido con anterioridad, en el que la sección de molde incluye una cara opuesta a la cavidad de molde, con una cámara de flujo de fluido que se localiza adyacente a la cara de sección de molde opuesta;

incluyendo además el método hacer circular fluido a temperatura y presión elevadas a través de cada cámara de presión y de la cámara de flujo de fluido.

20 El uso del conjunto de molde con una cámara de flujo de fluido que tiene fluido que circula a través de la misma, permite una separación de los componentes que proporcionan la aplicación de presión (las cámaras de presión) y del componente que proporciona la aplicación de calor (el conjunto de molde). Esto facilita una gestión mejorada de la aplicación tanto de presión como de calor al conjunto de molde.

25 Puesto que el fluido se hace circular separadamente a través de las cámaras de presión y de la cámara de flujo de fluido, la temperatura del fluido circulante en las cámaras de presión puede ser mantenida relativamente constante (por ejemplo, en torno a 80 °C) mientras que la temperatura del fluido circulante a través de la cámara de flujo de fluido puede hacerse oscilar entre temperaturas más altas y más bajas (por ejemplo, entre 40 – 200 °C). Esto se debe a que no es necesario en esta disposición calentar o enfriar las paredes de la cámara de presión. Es, por tanto, el fluido que pasa a través de la cámara de flujo de fluido el que proporciona la principal fuente de calor o de enfriamiento para el conjunto de molde. Otra ventaja de la utilización de esta disposición es que el volumen relativamente más bajo que se necesita que circule a través de la cámara de flujo de fluido en comparación con las cámaras de presión se traduce en que se requiere menos fluido para efectuar cambios de temperatura dando como resultado tiempos de funcionamiento más rápidos.

35 También puede estar situada una cámara superior separada de flujo de fluido sobre la acumulación. La cámara superior de flujo de fluido puede tener forma de vejiga formada por material elásticamente deformable. Una cara de la vejiga puede estar configurada en general para que siga al menos la forma de la cavidad de molde cuando se hace que el fluido circule a su través. La vejiga superior de flujo de fluido puede estar localizada sobre la acumulación y el fluido puede circular a temperatura elevada a través de la vejiga superior de flujo de fluido mientras el conjunto de molde esté posicionado entre las cámaras de presión para suministrar con ello calor a la acumulación. Esto proporciona una transferencia de calor más uniforme, conformando la cámara de flujo de fluido superior íntimamente con la acumulación. Por lo tanto, la vejiga superior de flujo de fluido junto con el conjunto de molde que tiene la cámara de flujo de fluido unida, actúa para suministrar calor a ambas acumulación y sección de molde.

La temperatura del fluido que circula a través de la cámara superior de flujo de fluido puede oscilar también entre temperaturas más altas y más bajas como en el interior de la cámara de flujo de fluido del conjunto de molde.

45 El conjunto de molde que incluye la cámara de flujo de fluido, con la cámara superior de flujo de fluido situada sobre la acumulación soportada en el interior del conjunto de molde, puede estar situado también entre las cámaras de presión del sistema de producción de la presente invención.

50 También se pueden proporcionar medios de localización para localizar de forma segura una sección de molde en la pared de la cámara y mantener un alineamiento y una estabilidad dimensional precisos del molde en funcionamiento. Los medios de localización pueden tener simplemente forma de puntos de fijación sobre la pared de la cámara para el conjunto de molde. Por ejemplo, se pueden proporcionar orejetas, zócalos, anillos o bolsas en la pared de la cámara en los que se podría asegurar el conjunto de molde. El punto de fijación puede ser amarrado al alojamiento de cámara de presión usando alambre u otro medio. Esto ayuda a mantener en general los puntos de fijación en su posición correcta. Los medios de localización pueden incluir alternativamente un bastidor de localización dentro de la cámara de presión, y tener al menos un perno de localización que se extienda a través de la pared de cámara de la cámara de presión. Una pluralidad de pernos de localización pueden extenderse preferiblemente desde la pared de cámara, extendiéndose cada perno de localización desde el bastidor de localización. Este bastidor de localización puede estar separado del alojamiento de la cámara de presión y puede moverse por lo tanto independientemente del, y puede no estar conectado directamente al, alojamiento. El bastidor

de localización puede estar también amarrado al alojamiento de cámara de presión para ser mantenido en una posición correcta en el mismo. Los pernos de localización pueden pasar, por lo tanto, a través de la pared de cámara y pueden estar adaptados a aberturas cooperantes de encaje proporcionadas en una sección de molde citada. Los pernos de localización sitúan por lo tanto la sección de molde en un lugar específico sobre la pared de cámara.

5 Esta disposición de localización permite también que las paredes de cámara de presión sean posicionadas con un ángulo de inclinación en relación con el plano horizontal puesto que la sección de molde puede ser mantenida en una posición por encima de la pared de cámara aunque esto no sea imperativo para la capacidad de inclinar el molde. La ventaja de esta posición inclinada es que permite y fomenta que cualquier aire o gas que permanezca en la acumulación de material compuesto o de metal enlazado se desplace hasta la sección más superior de la
10 acumulación puesto que el resto de la acumulación está saturada con resina. Este aire es empujado/arrastrado eventualmente hacia fuera de la acumulación por medio de la resina transferida. Esto da como resultado un componente de material compuesto con menos vacíos/burbujas de aire.

El uso de un bastidor de localización en el interior de la cámara de presión es aceptable en tanto que el bastidor de localización pueda ser acomodado fácilmente con la cámara de presión. Es preferible que el volumen de la cámara de presión, a través de la cual circula el fluido circulante, no haya sido incrementado para soportar un bastidor de localización más grande. Esto se debe a que se necesitará hacer circular una cantidad de fluido más grande a través de la cámara de presión, lo que puede resultar indeseable.

Por lo tanto, de acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un sistema para producir componentes de material compuesto o de metal enlazado según se ha definido en lo que antecede, que incluye además: medios de localización para posicionar el al menos un conjunto de molde en una posición fija, estando la cámara de presión soportada en torno a dicho al menos un conjunto de molde en una relación flotante con respecto al mismo.

El conjunto de molde puede ser fijado en su posición mediante un bastidor de localización soportado rígidamente por fuera de las cámaras de presión. El volumen de la cámara de presión no necesita por lo tanto ser incluido para albergar un bastidor de localización en el mismo. El conjunto de molde puede estar soportado por al menos un poste de soporte del bastidor de localización que se extienda a través de al menos una de las cámaras de presión.

El sistema opera de una manera opuesta a la de la disposición descrita en lo que antecede en el sentido de que el conjunto de molde se mantiene fijo mientras que las cámaras de presión pueden flotar en torno al conjunto de molde. En comparación con la disposición anterior, las cámaras de presión están fijas en su posición, mientras que el conjunto de molde está flotando entre las paredes de cámara de presión. El proceso de fabricación es, sin embargo, el mismo en ambas realizaciones de sistema.

Los medios de circulación de fluido incluyen una pluralidad de depósitos de fluido, soportando cada uno de ellos fluido a temperaturas relativas diferentes, y medios de control de flujo para dirigir el fluido de temperaturas diferentes hasta la cámara de presión. Esta disposición ha sido descrita anteriormente en la solicitud de Patente Internacional núm. PCT/AU95/00593 (WO 96/07532) de la misma solicitante, cuyos detalles se incorporan aquí por referencia.

Se pueden prever medios para proporcionar una presión cíclicamente variable al fluido en el interior de la cámara de presión. Por ejemplo, un generador de vibración puede estar asegurado a la cámara de presión para hacer vibrar la cámara de presión y el fluido presente en el interior de la misma. El uso de esta vibración facilita la extracción de las burbujas de aire del interior del material compuesto o del material de metal enlazado. El uso de vibración es generalmente aplicable a todos los sistemas de producción conforme a la presente invención.

Se debe apreciar que las cámaras de presión pueden incluso operar cuando están en posición vertical, estando las paredes de la cámara situadas en un plano generalmente vertical. Esto demuestra un aspecto clave del sistema y método de la presente invención, que es el efecto de densidad "equilibrada". Es decir, que la presión del fluido circulante y la presión de fluido de la resina, cuando están en estado licuado, están generalmente equilibradas en el interior del sistema debido a que las densidades del fluido y de la resina son similares. La densidad y la viscosidad de la resina licuada están próximas a las del agua y a las del fluido de transferencia de calor utilizado. Por lo tanto, la presión aplicada por el fluido circulante a la resina licuada está generalmente equilibrada incluso en situaciones en las que las cámaras de presión estén en posición vertical o inclinada. Aunque exista una tendencia natural a que la resina licuada escurra hacia la parte inferior de la sección de molde, la presión de fluido del fluido circulante se incrementa también con el incremento de profundidad de la cámara de presión. Esto da como resultado un equilibrio de la presión de fluido entre la resina licuada y el fluido circulante a lo largo de la sección de molde, contrarrestando con ello la tendencia a escurrir de la resina hacia la parte inferior de esa sección de molde. El resultado es que es posible mantener un espesor consistente en el componente de material compuesto producido en una cámara de presión inclinada o vertical de acuerdo con la presente invención. Este proceso subsana muchas de las dificultades experimentadas por la técnica anterior en el sentido de que permite que se puedan construir grandes piezas con lados profundos y que no tengan resina descendiendo, debido al efecto de la gravedad, por el lado de esas caras profundas que dé como resultado un efecto de "mecha" o chorreón en el que la resina fluya por la pared hacia abajo, incluso con niveles altos de vacío aplicados por la bolsa de vacío, que den como resultado un exceso de resina en la base de la pared y una escasez de resina en la parte superior. Para subsanar este efecto, se emplean generalmente

moldes metálicos emparejados para proporcionar un volumen de resina rígida encerrada pero a un alto coste consiguiente. La presente invención puede producir, por lo tanto, paneles u otros componentes mucho más grandes que con los sistemas de producción de material compuesto convencionales.

5 En otro aspecto de la invención, las cámaras de presión pueden ser llenadas progresivamente de fluido, desde el estado de vacías al de llenas. Puesto que la columna de fluido caliente llena las cámaras de presión, presiona contra la vejiga y las paredes de molde comprimiendo el laminado entre las mismas y fundiendo la resina. Se ha previsto que esto dé como resultado una línea u ola de resina moviéndose frente a la columna de elevación de fluido. Esto tenderá a forzar la salida del aire del laminado y dará como resultado un mojado controlado de la pieza según se eleva la columna de fluido y por la columna de resina, sobre la cara de la pieza. No es posible ni práctico utilizar sistemas convencionales de vejigas rígidas o flexibles llenas de aire. El sistema de densidad equilibrada proporciona un control de resina y fibra muy preciso del laminado por conformación alrededor de la pieza para compensar de manera precisa las variaciones de espesor y proporcionar presión y contenido de resina uniformes sobre toda la pieza, desde la parte superior a la inferior.

10 Los medios para hacer circular el fluido pueden ser iguales que, o similares a, la disposición mostrada en la solicitud de Patente Internacional núm. PCT/AU95/00593. El fluido puede ser, con preferencia, aceite.

La disposición incluye una serie de depósitos de fluido, cada uno de los cuales contiene fluido a temperaturas diferentes. Por ejemplo, se pueden prever tres depósitos de fluido que contengan fluido a una temperatura baja y alta respectivamente, conteniendo el tercer depósito de fluido el fluido a una temperatura intermedia respecto a la temperatura de fluido de los otros depósitos de fluido.

20 Cada cámara de presión y cámara de flujo de fluido pueden estar en comunicación de fluido con todos los depósitos de fluido de tal modo que se puede hacer circular fluido a diferentes temperaturas entre ellas. Se puede prever una serie de bombas y válvulas de fluido para controlar el flujo de fluido desde cada depósito. Cada depósito de fluido puede estar presurizado de modo que el fluido que se suministre desde el depósito esté a una presión elevada.

25 La ventaja de esta disposición es que no es necesario calentar ni enfriar el fluido dentro del sistema en cada ciclo de producción de un componente, lo que reduce el uso de energía del sistema.

Cada depósito de fluido puede estar dotado de un "colector en anillo" de modo que se pueda conectar un número de sistemas de producción en un instante cualquiera a los depósitos.

30 El ciclo de fluido a temperaturas diferentes puede estar escalonado entre cada sistema de producción de modo que no exista ningún exceso de drenaje de fluido desde ningún depósito de fluido en ningún momento. Esto permite también que el proceso de curado se inicie en cualquier momento y que los moldes, una vez preparados, no tengan que esperar a que un ciclo de curado acabe antes de que pueda comenzar un nuevo ciclo inherente a un diseño de estación fija.

35 Además, se pueden proporcionar medios para permitir que la presión en las cámaras varíe cíclicamente para producir vibración u ondas de presión a través del fluido, a través de golpes de ariete o pistón o haciendo vibrar el molde directamente durante al menos una parte de la duración de la aplicación de presión en las cámaras de presión según se ha descrito en la solicitud de Patente Internacional mencionada anteriormente.

Al menos un conjunto de molde puede estar situado entre las cámaras de presión cuando el sistema está en uso. También es posible disponer de un número de conjuntos de molde entre las cámaras de presión cuando están en uso para permitir que se fabrique una pluralidad de componentes de material compuesto al mismo tiempo.

40 La(s) sección(es) de molde puede(n) ser cargada(s) con la acumulación de material compuesto o con las hojas de metal enlazadas con anterioridad a ser posicionada entre las cámaras de presión. Esto permite, por lo tanto, la preparación en curso de acumulaciones adicionales de material compuesto en el interior de las secciones de molde mientras otras acumulaciones de material compuesto están siendo comprimidas y curadas o conformadas. Además, el uso de secciones de molde separadas permite que se produzcan diferentes componentes de material compuesto sin cambiar la configuración de las cámaras de presión. Esto permite también la producción de una pluralidad de componentes de material compuesto al mismo tiempo si una pluralidad de conjuntos de molde pueden ser posicionados entre las cámaras de presión.

50 También se puede colocar una película de vacío sobre la acumulación de material compuesto, siendo los bordes de la película sellados contra la sección de molde. A continuación se puede extraer el aire desde por debajo de la película de vacío para retirar con ello tanto aire y otros gases como sea posible desde la acumulación de material compuesto. Esto ayuda a minimizar la cantidad de burbujas de aire/huecos en el interior del componente final de material compuesto. Se debe apreciar, sin embargo, que el uso de una película de vacío no es esencial para la operación de la presente invención.

55 Una vez que el conjunto de molde ha sido situado entre las cámaras de presión, la introducción de fluido a presión en las cámaras empuja las paredes de cámara elásticamente deformables para que se deformen en torno al conjunto de molde de tal modo que se aplique presión a la acumulación de material compuesto situada en la(s)

sección(es) de molde, siendo definida la forma del componente final de material compuesto por la forma de la(s) sección(es) de molde. Las superficies externas de esta(s) sección(es) de molde son con preferencia lisas para asegurar que sus superficies son resbaladizas con respecto a las caras elásticamente deformables de las cámaras de presión. Con este deslizamiento, las paredes de cámara de presión elásticamente deformables pueden deslizar en contacto íntimo con la forma de la(s) sección(es) de molde e impartir la máxima fuerza y calor a la(s) sección(es) de molde con la mínima distorsión. Para potenciar este proceso, se puede aplicar un lubricante a la(s) sección(es) de molde o a la pared de cámara de presión. Adicionalmente, o como parte de la lubricación para obtener una máxima transferencia de calor desde el fluido del interior de las cámaras de presión hasta la(s) sección(es) de molde y el componente del interior del molde, es preferible disponer de un fluido o de un medio de transferencia para transferir el calor. Una vez que las paredes elásticamente deformables están en contacto íntimo con la(s) sección(es) de molde, la presión procedente del interior de la cámara de presión comprime la acumulación de material compuesto o el componente de metal enlazado, eliminando con ello el exceso de resina o de medio ligante y las burbujas de aire del mismo. Según se ha descrito con anterioridad, el conjunto de molde podría incluir alternativamente una sección de molde que tenga una cámara de flujo de fluido. Además, una cámara superior de flujo de fluido podría estar también situada por encima del conjunto de molde. El conjunto de molde y opcionalmente la cámara superior de flujo de fluido pueden ser entonces situadas entre las paredes de cámara de presión para comprimir y curar la acumulación dispuesta en el conjunto de molde. La aplicación de una presión cíclicamente variable o de una vibración que produzca ondas de presión a través del fluido o la vibración del propio conjunto de molde, facilita la extracción de las burbujas de aire para asegurar que el componente final de material compuesto/metal enlazado tenga unas propiedades materiales muy uniformes a través del mismo. Además, debido a que el fluido se hace circular a través de la cámara de presión, esto asegura que existe un calentamiento y un enfriamiento relativamente rápidos y uniformes de la acumulación de material compuesto o del componente de metal enlazado a través de su superficie completa, asegurando un curado y un enfriamiento uniformes de la acumulación/la pieza/el componente. Adicionalmente, en cualquier punto del ciclo, se puede detener el flujo de fluido y los calentadores internos utilizados para mantener la temperatura de curación completa de la pieza.

La acumulación de material compuesto puede incluir capas de material impregnado de resina (conocido como "prepreg") o capas de metal laminado. Se pueden incluir también refuerzos para el componente final de material compuesto y otras fibras secas en la acumulación. Una tela de cobertura y un paño de purga pueden ser colocados sobre la acumulación de material compuesto, donde se requiera. La matriz de resina o medio ligante en forma de resina se proporciona en el interior de la lámina termoplástica prepreg o de la hoja metálica. También se ha previsto, sin embargo, que se suministre al menos una cantidad significativa de matriz de resina o de medio ligante a la acumulación de material compuesto una vez que ha sido aplicada a la(s) sección(es) de molde. La acumulación de material compuesto puede ser una "preforma" relativamente seca formada a partir de capas o pliegos de fibras continuas. La matriz de resina o el medio ligante pueden ser suministrados a la(s) sección(es) de molde después de que la preforma seca haya sido situada entre las paredes de cámara por medio de una o más líneas de suministro o bebederos. Esto permite que el sistema conforme a la presente invención utilice lo que se conoce como proceso de moldeo por transferencia de resina (RTM) para la producción del componente de material compuesto.

De acuerdo con otra característica opcional adicional más de la presente invención, se proporciona un método de producción de componentes de material compuesto o de metal enlazado según se ha definido en lo que antecede, que incluye además: posicionar el conjunto de molde junto con la acumulación de material compuesto o de metal enlazado entre una primera y una segunda cámaras de presión que estén al menos sustancialmente llenas de fluido.

Las etapas de recogida y suministro del rebosamiento de resina desde un conjunto de molde hasta otro conjunto de molde pueden continuar secuencialmente sobre uno o más conjuntos de molde adicionales.

Esto puede conducir a una reducción significativa de la cantidad de resina desaprovechada cuando se suministra resina por separado a un número de conjuntos de molde usando RTM.

La resina puede ser suministrada bajo presión desde un primer contenedor de resina hasta un primer conjunto de molde, siendo suministrada una cantidad de resina que sea mayor que la requerida para la acumulación en el primer conjunto de molde. El resultado es una onda de resina que se desplaza a través del conjunto de molde. Esta onda de resina puede incluir un frente móvil de resina que contenga resina en exceso y puede tener forma de frente de onda espeso de resina que pasa a su través. El conjunto de molde puede estar sujeto en una posición inclinada de tal modo que la presión del fluido, que se incrementa con la profundidad del fluido, ayuda a forzar la resina hacia arriba a través de la acumulación. El sobreflujo de resina del primer conjunto de molde puede ser así suministrado a conjuntos de molde subsiguientes. El aire podría ser empujado hacia fuera de la acumulación mediante el frente de onda de resina en desplazamiento, reduciendo o eliminando las burbujas de aire en el componente final. Este exceso de resina puede ser suministrado inicialmente a un depósito de resina subsiguiente que puede estar bajo vacío. Otra resina puede ser comprimida desde la acumulación cuando una válvula cierra el primer contenedor de resina y se aplica presión al conjunto de molde, siendo esta resina adicional recogida en el depósito de resina posterior. Una válvula que controla el flujo de resina desde el depósito de resina subsiguiente hasta el siguiente conjunto de molde, puede ser abierta y la resina puede ser bombeada bajo presión hacia el siguiente conjunto de molde. Esto puede seguir a través de varios conjuntos de molde, si se requiere.

El uso de un frente de onda de resina que se mueva a través de un conjunto de molde tras otro, actúa por tanto para

minimizar el desperdicio de resina que podría producirse si cada conjunto de molde se alimentara por separado.

5 Otra forma de suministrar resina a la preforma seca es a través de una pluralidad de bloques o baldosas de resina que pueden ser distribuidos a través de la superficie de la preforma seca que está soportada en sí misma en una sección de molde. La sección de molde que soporta la preforma seca y los bloques/baldosas de resina pueden ser ubicados entre las cámaras de presión, y la resina se fundida después haciendo circular el fluido a una temperatura elevada a través de las cámaras de presión. El sistema conforme a la presente invención puede utilizar también, por lo tanto, lo que se conoce como proceso de infusión de película de resina (RFI).

10 Se ha encontrado que el proceso RTM puede producir un producto de material compuesto relativamente quebradizo. Esto se debe a que la resina debe estar capacitada para ser transferida fácilmente en dirección longitudinal, a lo largo del plano de la acumulación de material compuesto. La resina debe ser por tanto de un tipo de "cadena molecular corta" para que permita una fácil transferencia de la resina a través de la acumulación. El producto resultante puede ser relativamente quebradizo.

15 Por comparación, puesto que el proceso RFI distribuye bloques de resina sólida a través de la acumulación de material compuesto, la resina, cuando está fundida, solamente necesita mojar el área de la acumulación de material compuesto inmediatamente adyacente al bloque de resina. La resina puede ser, por lo tanto, de un tipo "endurecido" que tenga cadenas moleculares relativamente más largas. El producto de material compuesto resultante producido en un proceso RFI puede tener una resistencia estructural mayor que los productos fabricados usando un proceso RTM.

20 Aunque el proceso RFI puede producir un producto de material compuesto perfeccionado, éste puede necesitar mano de obra intensiva debido a la necesidad de distribuir manualmente los bloques de resina a través de la preforma seca.

Por lo tanto, de acuerdo con una característica opcional alternativa de la presente invención, se proporciona un método de fabricación de componentes de material compuesto o de metal enlazado según se ha definido en lo que antecede, que incluye además:

- 25 aplicar una capa de resina solidificada sobre la superficie de molde de al menos una sección de molde rígida o semirrígida, y
- 30 posicionar una acumulación de material compuesto o de metal enlazado en dicha al menos una sección de molde rígida o semirrígida, de tal modo que la capa de resina se licúe y que la resina licuada sea transferida a la acumulación y sea comprimida y curada o conformada cuando se hace circular fluido a presión y temperatura elevadas a través de cada cámara de presión.

35 La viscosidad de la resina varía sustancialmente con la temperatura. Por lo tanto, la resina caliente en estado licuada, puede ser pulverizada sobre la superficie de molde. Esta superficie puede estar prevista para enfriar la sección de molde. Esto da como resultado la solidificación de la resina mediante una capa sobre la superficie de molde. Una manera de permitir el pre-enfriamiento de la sección de molde consiste en proporcionar pasos o cavidades de refrigeración en el interior de la sección de molde, a través de los cuales se hace que circule fluido. Estos pasos de refrigeración pueden ser proporcionados inmediatamente por debajo de la superficie de molde para mantener esa superficie a la temperatura requerida. En otra aplicación, el molde puede estar asentado sobre una vejiga separada que está refrigerada y sobre el portador que sujeta el molde.

40 Este método proporciona un producto similar al producido a través del proceso RFI. El método conforme a la presente invención necesita, sin embargo, menos mano de obra intensiva.

45 La resina puede ser de una viscosidad muy alta, tal que a baja temperatura y sin vibración impacta y se adhiere fácilmente al molde para formar una capa gruesa y mantener su alta tixotropía, es decir que no escurra o caiga hacia fuera de la superficie de molde. El comportamiento físico de la resina es de unas características similares a la cera. El refuerzo de fibra seca y el prepreg o el material de acumulación de mojado, pueden ser colocados a continuación en el interior del molde. La sección de molde puede ser colocada a continuación en el interior de la celda de presión. Una vez en su posición, se puede aplicar presión y se puede incrementar la temperatura, para fundir rápidamente la resina reduciendo su viscosidad y mojando el refuerzo de fibra. Puede existir un calentamiento secuencial de la sección de molde, con la acumulación de material compuesto calentada inicialmente para prepararla para su posterior mojado por medio de la resina. La resina mojará más fácilmente una acumulación de material compuesto caliente. Se puede aplicar posteriormente calor a la sección de molde para licuar la capa de resina y permitir que se produzca la transferencia de resina. Puede ser preferible posicionar un medio de control de transferencia tal como un velo de Kevlar entre la capa de resina y la acumulación de material compuesto. Este velo impide la transferencia de resina hasta que la resina esté a una viscosidad suficientemente baja como para mojar fácilmente la acumulación de material compuesto. Esto minimiza la posibilidad de que se puedan producir puntos secos en la acumulación de material compuesto como en el caso de que la resina sea demasiado viscosa.

La sección de molde puede también ser vibrada para expandir y licuar la resina y extraer cualquier aire atrapado. De esa manera, la capa de resina es licuada, forzada hacia fuera en los refuerzos de fibra seca, el aire extraído del

laminado, el laminado comprimido y la pieza curada.

5 Líneas de alimentación separadas pueden suministrar una resina y un catalizador a una cabeza de pulverización. La resina y el catalizador pueden ser mezclados mientras pasan a través de la cabeza de pulverización. Se prevé también, sin embargo, que las diferentes resinas puedan ser expandidas de forma simultánea o alternativa mediante la cabeza de pulverización sobre la superficie de molde, reaccionando las resinas para formar la capa de resina. La resina puede ser pulverizada también según diferentes patrones de pulverización sobre la superficie de molde para proporcionar áreas de diferentes espesores de resina en la capa de resina final. Esto permite que se suministre una cantidad correcta de resina a las áreas de una acumulación de material compuesto que tengan espesores variables. También, esto permite que los "pre-empaquetamientos" sean impregnados apropiadamente con cantidades de resina medidas y situadas de forma precisa, y a continuación curadas. El proceso de pulverización combinado con la capacidad para "congelar" o enfriar la resina en su posición según impacta con el molde o un poco después, proporciona una colocación muy precisa de la resina en su posición sobre el molde para mojar de manera precisa el pre-empaquetamiento impulsando o transfiriendo la resina hacia el pre-empaquetamiento según se funde. Esto ha sido mencionado como Transferencia de Pulverización de Resina o RST. Estos pre-empaquetamientos incluyen componentes preinstalados tales como orejetas de fijación, etcétera, y por lo tanto requieren que se suministren diferentes cantidades de resina a áreas diferentes del pre-empaquetamiento.

Una ventaja importante de las características de la resina es que la resina solidifica tan pronto como entra en contacto con la superficie fría, lo que permite que la acumulación se mantenga de forma inmediata en su posición en el molde. Esto resulta ventajoso donde la superficie está inclinada o es vertical.

20 El aparato utilizado para pulverizar la resina puede ser calentado y enfriado por el fluido suministrado desde el mismo sistema de circulación de fluido utilizado para hacer circular el fluido a través de las cámaras de presión. A este fin, la línea de alimentación de resina puede incluir un conducto externo a través del cual se hace circular fluido, y un conducto interno situado al menos de forma general concéntricamente en el interior del conducto externo. La resina es alimentada a la cabeza de pulverización a través del conducto interno. El fluido a temperatura elevada puede hacerse circular a través del conducto externo cuando la resina necesita ser mantenida en estado líquido. Esta disposición asegura que exista un calentamiento uniforme de la resina en el interior del conducto interno según fluye la resina a través del mismo. El fluido a temperatura elevada puede hacerse también circular en torno a la cabeza de pulverización y en torno a una tolva de resina donde la resina solidificada se calienta inicialmente y se funde antes de ser suministrada a la línea de resina. La tolva puede incluir paredes externas huecas a través de las cuales circula el fluido. Alternativamente, los tubos a través de los cuales puede circular el fluido pueden extenderse alrededor de la pared de la tolva.

La temperatura del fluido que circula a través del aparato de pulverización de resina puede ser ajustada para evitar el curado de la resina en el interior del sistema. Se puede hacer circular fluido más frío a través del aparato cuando no se está pulverizando resina para detener cualquier reacción de curación de la resina.

35 Se han previsto también otros medios para aplicar una matriz de resina que enlaza medios a la acumulación de material compuesto. Por ejemplo, este material puede estar en forma de polvo o de película o mojado en un paño o formar parte de una hoja termoplástica aplicada sobre la acumulación de material compuesto.

La presente invención permite una producción semi-continua de componentes de material compuesto que facilita la producción en serie de tales componentes.

40 Por lo tanto, de acuerdo con una característica opcional adicional de la presente invención, se proporciona un método para producir componentes de material compuesto o de metal enlazado según se ha definido con anterioridad, que incluye:

preparar y posicionar una acumulación de material compuesto o de metal enlazado en la cavidad de molde de una pluralidad de conjuntos de molde;

45 situar uno o más conjuntos de molde entre dos cámaras de presión separadas;

reunir las cámaras de presión en una fase de producción de tal modo que el, o cada, conjunto de molde se ubique entre las paredes de cámara de las cámaras de presión;

hacer circular fluido a temperatura y presión elevadas a través de cada cámara de presión durante la citada fase de producción para comprimir y curar o conformar de ese modo el componente;

50 retirar el, o cada, conjunto de molde desde la posición entre las cámaras de presión, y

sustituir el, o cada, conjunto de molde por uno o más conjuntos de molde adicionales que alberguen una acumulación citada para una fase de producción siguiente.

El conjunto de molde puede incluir al menos una sección de molde. Alternativamente, el conjunto de molde puede incluir una sección de molde que tenga una cámara de flujo de fluido según se ha descrito en lo que antecede.

- 5 El fluido puede hacerse circular mediante un medio de circulación de fluido que incluya una pluralidad de depósitos de fluido, conteniendo cada uno de ellos fluido a temperaturas relativamente diferentes, y medios de alimentación de fluido para controlar el flujo de fluido hasta las cámaras de presión y hasta la cámara de flujo de fluido, según se precise. Cada depósito de fluido puede incluir un colector en anillo que facilite el suministro de fluido a una pluralidad de cámaras de presión.
- El método descrito anteriormente permite un proceso semi-continuo para la producción de componentes de material compuesto o de metal enlazado debido a que los conjuntos de molde pueden ser preparados de antemano.
- 10 La resistencia estructural de la sección de molde podría ser incrementada en otra realización preferida de la sección de molde. Esta sección de molde puede incluir una cubierta de molde interna que proporcione la cavidad de molde, una cubierta de molde externa por el lado opuesto de la sección de molde, y una serie de aletas de refuerzo que se extienden entre las cubiertas interna y externa. La cubierta de molde interna puede ser más gruesa que la cubierta de molde externa a efectos de precisión dimensional. Las aletas de refuerzo actúan de modo que proporcionan una serie de estructuras de caja en el interior de la sección de molde. Esto se debe a que las aletas de refuerzo actúan también como aletas de calentamiento y enfriamiento mejorando la eficacia de la transferencia de calor a la sección de molde. El fluido a temperaturas elevadas puede hacerse circular también a través de esas estructuras de caja. La cubierta de molde externa puede estar también dotada de una capa de aislamiento.
- 15 La sección de molde reforzada es más rígida que las secciones de molde típicas de pared simple, teniendo también mejores eficacias de transferencia de calor.
- 20 Será ventajoso describir mejor la invención con respecto a los dibujos que se acompañan, los cuales ilustran realizaciones preferidas del sistema de producción de componentes de material compuesto o de metal enlazado de acuerdo con la presente invención. Son posibles otras realizaciones de la invención, y en consecuencia, la particularidad de los dibujos que se acompañan no debe ser entendida como sustitutiva de la generalidad de la descripción del procedimiento de la invención.
- En los dibujos:
- 25 La Figura 1 es una vista lateral en sección transversal de un sistema para producir componentes de material compuesto o de metal enlazado conforme a la presente invención;
- La Figura 2 es una vista lateral en sección transversal de una de las cámaras de presión del sistema de la Figura 1;
- Las Figuras 3a y 3b son vistas laterales en sección transversal de secciones de molde cooperantes para producir un casco de un barco y el moldeo de una cubierta, respectivamente;
- 30 La Figura 4 es una vista superior de una cámara de presión del sistema de la Figura 1 que soporta un conjunto de molde de cubierta grande;
- La Figura 5 es una cámara de presión del sistema de la Figura 1 que soporta una pluralidad de conjuntos de molde;
- La Figura 6 es una vista esquemática de un proceso de producción semi-continua que utiliza el sistema conforme a la presente invención;
- 35 Las Figuras 7 a 10 son vistas esquemáticas en sección transversal que muestran con mayor detalle el proceso de producción conforme a la presente invención, que utiliza una sección de molde con una capa de resina sobre la superficie de molde;
- La Figura 11 es una vista esquemática de un aparato de pulverización de resina para el proceso de producción de las Figuras 7 a 10;
- 40 Las Figuras 12 y 13 ilustran el principio del efecto de densidad equilibrada;
- La Figura 14 es una vista esquemática en sección transversal de un conjunto de molde que tiene una cámara de flujo de fluido conforme a la presente invención;
- La Figura 15 es una vista esquemática del conjunto de molde de la Figura 14 situado entre las cámaras de presión conforme a la presente invención;
- 45 Las Figuras 16 a 19 son vistas esquemáticas de medios alternativos para posicionar un conjunto de molde sobre una pared de cámara;
- Las Figuras 20 a 21b son vistas que muestran otra realización de un sistema de producción conforme a la presente invención;
- 50 La Figura 22 es una vista esquemática que muestra una realización adicional de un sistema de producción conforme a la presente invención;

Las Figuras 23 y 24 son vistas esquemáticas que muestran una disposición de suministro de resina para sistemas conforme a la presente invención;

Las Figuras 25 a 28 son vistas esquemáticas que muestran disposiciones de configuración alternativa para posicionar partes componentes sobre una acumulación;

5 Las Figuras 29 a 31 son vistas esquemáticas de sistemas de producción semi-continua. La realización de la Figura 30 no forma parte de la invención, y

La Figura 32 es una vista esquemática en sección transversal de una sección de molde que tiene aletas internas.

10 El sistema de producción de componentes de material compuesto conforme a la presente invención incluye cámaras de presión 1, 2 superior e inferior separadas que han sido mostrados en la Figura 2. Cada cámara de presión incluye un alojamiento 3 principal que soporta una pared de cámara 5 deformable elásticamente y configurable fácilmente. La cámara de presión 1 superior puede estar situada por encima de la cámara de presión 2 inferior con sus respectivas paredes de cámara elásticamente deformables y fácilmente configurables situadas en relación de oposición. Conjuntos 7, 9 de sección de molde pueden estar situados entre las paredes 5 de cámara opuestas. Cada conjunto de molde puede incluir típicamente una sección de molde superior y una sección de molde inferior como se ha mostrado, por ejemplo, en las Figuras 3a y 3b. La Figura 3a muestra un conjunto 7 de molde para producir un casco de un barco que incluye una sección 7a de molde superior y una sección 7b de molde inferior. Una acumulación de material compuesto puede estar situada entre las secciones de molde 7a, 7b superior e inferior. Esta acumulación de material compuesto puede incluir típicamente material impregnado de resina, fibras secas, y materiales de refuerzo. La Figura 3b muestra un conjunto de molde 9 que incluye una sección de molde 9a superior y una sección de molde 9b inferior para producir un moldeo de cubierta para el barco. Se puede proporcionar una acumulación de material compuesto entre las secciones de molde 9a, 9b superior e inferior.

15 Con la cámara de presión 2 retirada, los conjuntos de molde pueden ser situados sobre la parte superior de la pared 5 de cámara elásticamente deformable de la cámara de presión 2 inferior. La Figura 4 muestra la cámara de presión 2 inferior que soporta un conjunto 11 de molde de cubierta grande que cubre la mayor parte del área superficial de las paredes de cámara 5. Sin embargo, es posible posicionar un número de conjuntos de molde 13, 15, 17, 19 más pequeños sobre la parte superior de la pared de cámara 5 de la cámara inferior 2 como se muestra en la Figura 5.

20 Una vez que las secciones de molde han sido posicionadas sobre la vejiga o pared deformable de la cámara de presión 2 inferior, la cámara de presión 1 superior puede ser extendida sobre la cámara de presión 2 inferior según se muestra en a Figura 1. A continuación se puede hacer circular un fluido tal como agua o aceite a través del volumen 6 interno de las cámaras de presión 1, 2 superior e inferior. Este fluido circulante se proporciona a temperatura y presión elevadas. Puesto que el fluido de cada cámara de presión está a presión elevada con relación a la presión ambiental, las paredes elásticas de las cámaras de presión son forzadas hacia fuera y se deforman sobre los conjuntos de molde 7, 9 adyacentes, lo que da como resultado la compresión de la acumulación de material compuesto situado entre los mismos. La temperatura elevada del fluido actúa para curar/conformar la matriz de resina o el medio ligante del interior de la acumulación de material compuesto. La presión en el interior de los volúmenes 6 internos de ambas cámaras de presión 1, 2 superior e inferior puede ser al menos sustancialmente la misma, para proporcionar con ello una fuerza equilibrada sobre los conjuntos 7, 9 de molde. Esto permite que los moldes sean de construcción más ligera e incluso mantener la precisión dimensional frente a lo que sería el caso si existiera una presión no uniforme entre las cámaras de presión 1, 2. La presión en el interior de cada cámara de presión 1, 2 puede también variar cíclicamente o ser una vibración o una onda de presión introducida en el fluido de las cámaras de presión mediante el uso de un pistón o de otro tipo de fuente de vibración unida al propio conjunto de molde para aplicar con ello una fuerza vibratoria sobre los conjuntos de molde 7, 9. Se ha encontrado que esto ayuda a extraer las burbujas de aire de la acumulación de material compuesto, asegurando con ello un producto final de material compuesto más consistente y uniforme. Esta vibración incrementa también la liberación del aire desde el laminado cuando se emplea RTM, RFI o RST y el molde está inclinado o vertical. La vibración incrementa la tendencia natural de las burbujas de aire a salir del laminado y subir hasta la parte superior de la columna de resina líquida. La disposición de fluido circulante a presión y temperatura elevadas y la provisión de una presión cíclicamente variable, han sido ya descritas con detalle en la solicitud de de Patente Internacional PCT/AU95/00593 de la misma solicitante, y no van a ser descritas aquí con mayor detalle.

30 La Figura 6 muestra un proceso de producción semi-continua que utiliza el sistema de producción de componentes de material compuesto según la presente invención. El conjunto de cámara de presión o célula que proporciona el sistema de producción de componentes de material compuesto o de metal enlazado, está situado en un Punto E del flujo de producción. El sistema ha sido mostrado soportando un conjunto de molde en el mismo. Durante el proceso de ciclo de curado cuando se hace circular fluido a través de las cámaras de presión para permitir la producción de un componente de material compuesto, se puede preparar otro conjunto de molde para su introducción en la célula en el punto D. Para describir de manera más completa el flujo de producción, el proceso comienza en un Punto A, el conjunto de molde se mantiene en una cuna móvil para soportarlo y, en caso necesario, girarlo para permitir un acceso efectivo a todas las superficies del conjunto de molde. En este caso, el conjunto de molde comprende más de una sección de molde, habiendo sido el conjunto de molde inicialmente preparado con las secciones de molde enceradas y preparadas según se requiera. En el Punto B, las secciones de molde pueden ser pulverizadas con un

recubrimiento de gel y resina, en caso de que sea aplicable. En el Punto C, la sección de molde inferior se carga con una capa de material compuesto que puede incluir material impregnado de resina (conocido como "preg"), núcleos de espuma de material de refuerzo y fibras secas, según se requiera. En el Punto D, la sección de molde superior, la bolsa de vacío o una tapa o molde separado para expandir la carga, se sitúa sobre la sección de molde inferior, o el molde se deja simplemente abierto para que sea comprimido por la pared elástica de la cámara de presión opuesta. El conjunto de molde final está entonces listo para su colocación entre las cámaras de presión en el Punto E. Se pueden insertar líneas de resina, sobre o por fuera de las secciones de molde dependiendo de la aplicación, para permitir el suministro de una matriz de resina o de medios ligantes tales como resina, según se precise. A continuación de la producción/curación del componente de material compuesto en el Punto E, el conjunto de molde se retira de entre las cámaras de presión superior e inferior y se retorna a su cuna de sustentación en el Punto F, donde la tapa, el molde superior o la bolsa de vacío, o las líneas de resina, etc., dependiendo de la aplicación, son retirados junto con todos los materiales de moldeo desechables, tela de la cubierta, paño de vejiga, etc., si es aplicable para esa aplicación. Se debe apreciar que se ha previsto que no se requiera ningún material desechable cuando el proceso se lleva a cabo usando RTM, RFI o RST puesto que el resultado del proceso debe ser una pieza pura. En el Punto G, se pueden colocar rigidizadores de refuerzo adicionales, refuerzos traseros y mamparos y elementos interiores y ser enlazados en el interior del barco, según se requiera; con preferencia, esto emplea el proceso de enlace y unión según ha sido expuesto en la solicitud der Patente Internacional de la misma solicitante mencionada con anterioridad, la PCT/AU01/00224 (WO 01/64387). Adicionalmente, la cubierta aún dentro de su conjunto de molde, puede ser vinculada también a un casco con anterioridad a que el casco sea retirado del molde. Finalmente, en el Punto H, la pieza de material compuesto ya completada se extrae de las secciones de molde. En general, esto requerirá que los moldes estén divididos y que el barco sea retirado del molde. Los moldes son devueltos a continuación al Punto A donde son de nuevo limpiados, reintegrados y preparados para el proceso de curación de moldeo.

Las Figuras 7 a 11 muestran con mayor detalle una secuencia de fabricación posible que utiliza el proceso de producción de acuerdo con la presente invención, donde se utilizan secciones de molde que tienen una capa de resina pulverizada, utilizando RST, aplicada sobre la superficie de molde.

Haciendo inicialmente referencia a la Figura 7, una sección de molde 25 está soportada sobre un carro móvil 21. La sección de molde 25 incluye una superficie 26 de molde sobre la que puede ser colocada eventualmente una acumulación de material compuesto. Con anterioridad a la extensión de la acumulación de material compuesto, se utiliza una cabeza de pulverización 20 para pulverizar resina 24 licuada sobre la superficie de molde 26. La cabeza de pulverización atomiza una mezcla de resina y un catalizador suministrados respectivamente por líneas de suministro 22, 23 separadas a la cabeza de pulverización 20. La mezcla de resina y catalizador se junta según salen de la cabeza de pulverización y contacta con la superficie 26 de molde. La sección 25 de molde puede incluir pasos a cavidades 27 de enfriamiento o una vejiga de enfriamiento separada en el carro, en contacto con el molde inmediatamente por debajo de la superficie 26 de molde para ayudar a mantener esa superficie de molde a una temperatura más baja que la de la resina que sale de la cabeza de pulverización. Esto ayuda a que solidifique la resina sobre la superficie de molde 26 para proporcionar con ello una capa de resina sobre la misma. La resina puede ser pulverizada sobre la superficie de molde siguiendo un patrón predeterminado para proporcionar espesores variables de la capa de resina sobre la superficie de molde 26. Esto es particularmente útil cuando la acumulación de material compuesto tiene forma de "pre-empaquetamiento" de fibras y espuma. Tales pre-empaquetamientos pueden incluir típicamente componentes tales como orejetas de sujeción, etcétera, los cuales se colocan previamente en el pre-empaquetamiento en la posición en la que el componente ha de estar situado en el producto final.

Con referencia a la Figura 8, una vez que el pre-empaquetamiento 29 ha sido colocado en la superficie de molde 26 sobre la capa de resina, se dispone una película de vacío 30 sobre la parte superior de la sección de molde 25. Esta película de vacío 30 se sella en la sección de molde 25 de modo que el aire pueda ser evacuado desde por debajo de la película de vacío 30. Esto ayuda a minimizar la cantidad de aire y otros gases situados en el interior del pre-empaquetamiento. La sección de molde 25 preparada, puede ser levantada a continuación hacia fuera del carro 21 según se muestra en la Figura 8, y colocada sobre la pared de cámara 5 elásticamente deformable de una cámara de presión 2 inferior. Situado dentro de la cámara de presión 2 se encuentra un bastidor de soporte 32 que no está físicamente conectado al alojamiento 3 principal de la cámara de presión 2 inferior. Extendiéndose desde el bastidor 32 de soporte se encuentra una pluralidad de pernos 31 de posicionamiento que se extienden a través de la pared de cámara 5. Estos pernos están adaptados para encajar con una serie de aberturas a lo largo de la pestaña 28 de la sección de molde 25 para posicionar de forma segura esa sección de molde 25 sobre la pared de cámara 5.

Puesto que la cámara de presión 2 inferior está inclinada formando un ángulo con relación al plano horizontal, el bastidor de soporte 30 y los pernos de localización 31 ayudan a situar la sección de molde 25 en su posición sobre la pared de cámara 5.

Haciendo ahora referencia a la Figura 10, la cámara de presión 1 superior se sitúa a continuación por encima de la cámara de presión 2 inferior, estando la sección de molde 25 situada entre ambas.

El aparato según la invención puede operar entonces de la manera que se ha descrito anteriormente para comprimir y curar la preforma o la acumulación de material compuesto. Se prefiere, sin embargo, variar la temperatura del

fluido que pasa a través de las cámaras de presión 1, 2 superior e inferior puesto que esto ayuda a asegurar una transferencia uniforme de resina hacia el pre-empaquetamiento. Se prefiere aplicar inicialmente calor al pre-empaquetamiento para preparar ese pre-empaquetamiento para su mojado mediante la resina. El calentamiento del pre-empaquetamiento facilita el flujo de resina a su través. Esto puede conseguirse conforme a la presente invención haciendo circular fluido a temperatura más alta a través de la cámara de presión 1 superior, mientras se mantiene la circulación de fluido a través de la cámara de presión 2 inferior a una temperatura relativamente más baja.

Una vez que el pre-empaquetamiento 29 ha sido calentado apropiadamente, se puede hacer pasar fluido más caliente a través de la cámara de presión 2 inferior para calentar la sección de molde 25 y por lo tanto la capa de resina situada sobre la misma. El calentamiento de la capa de resina da como resultado la licuación de esa capa y el mojado consiguiente del pre-empaquetamiento adyacente por medio de esa resina. Puesto que el pre-empaquetamiento ha sido precalentado, esto da como resultado una transferencia más fácil de resina hacia el pre-empaquetamiento. Se prevé que la resina se caliente y se licúe en la base del molde en primer lugar con el fin de proporcionar un efecto de transferencia de calor desde un lado del pre-empaquetamiento al otro para fundir y licuar completamente cualquier resina del interior del pre-empaquetamiento. También, según se funde la resina y reduce su viscosidad, se llenará por completo el pre-empaquetamiento con resina. Resulta más ventajoso comenzar este proceso en el punto más bajo del interior del molde para impulsar el aire y otros gases frente a la línea de avance de fusión y hacia arriba, hacia la parte superior de la columna de resina y hacia la parte superior del molde.

El calentamiento secuencial durante el proceso de producción incrementa la tendencia natural del laminado y de la columna de resina a liberar el aire y elevarlo hasta la parte superior de la columna de resina donde las presiones se equilibran, minimizando estos dos fenómenos naturales la posibilidad de escurrir o absorber la resina como podría ocurrir si la resina se licúa demasiado pronto para mojar de manera inapropiada el pre-empaquetamiento. También puede resultar beneficioso proporcionar un velo de Kevlar entre la capa de resina el pre-empaquetamiento con anterioridad a la inserción en la sección de molde 25 entre las cámaras de presión. Este velo incluye una pluralidad de aberturas que están dimensionadas para impedir la transferencia de resina a través de las mismas hasta que la resina está a viscosidad rígida para mojar apropiadamente el pre-empaquetamiento. Si la resina es demasiado viscosa, esto puede dar como resultado puntos secos en el pre-empaquetamiento y por lo tanto mojar de forma inapropiada ese pre-empaquetamiento. El uso del velo de Kevlar asegura por lo tanto que la resina está a una viscosidad suficientemente baja para mojar fácilmente el pre-empaquetamiento.

La Figura 11 muestra con mayor detalle el aparato de pulverización de resina utilizado para pulverizar la resina sobre el conjunto de molde.

Se utiliza una tolva 33 de resina para fundir la resina durante el proceso de pulverización. La resina 34 se obtiene en forma de bloque. Dicha resina es, típicamente, de coste de adquisición relativamente bajo y es del tipo de resina de cadena larga. Este tipo de resina es más dura que la utilizada típicamente en RTM. Además, los productos de resina sólida tienen una vida extensa cuando se comparan con la resina líquida. Una bomba de resina 35 se encuentra situada corriente abajo de la tolva 33 para suministrar resina licuada a la línea 22 de alimentación de resina y a la cabeza de pulverización 20.

La tolva 33 está dotada de paredes 36 huecas a través de las cuales puede hacerse circular el fluido procedente del sistema de circulación de fluido utilizado para alimentar fluido a las cámaras de presión. Los tubos 37 pueden extenderse alternativamente en torno a la tolva 33, y el fluido puede circular a través de esos tubos 37.

La línea 22 de alimentación de resina incluye un conducto 22a externo y un conducto 22b interno ubicado en el interior de, y al menos de forma general concéntrica con, el conducto 22a externo. La resina fluye a través del conducto 22b interno mientras que el fluido se hace circular a través del conducto 22a externo. El conducto 22a externo se extiende también en torno a la cabeza de pulverización 20. Por lo tanto, cuando se requiere que la resina sea pulverizada mediante el aparato, el fluido a temperatura elevada es suministrado a través de una línea de suministro 38 que está conectada al conducto 22a externo de la línea 22 de suministro de resina y a través de la pared 36 hueca o de los tubos 37 de fluido de la tolva 33, retornando el fluido a través de una línea 39 de drenaje de fluido. Esta disposición de circulación de fluido proporciona un calentamiento uniforme a lo largo de la trayectoria de suministro de la resina y elimina cualesquiera puntos calientes que puedan presentarse si se utiliza calentamiento eléctrico. La cabeza de pulverización 20 puede ser accionada a continuación mediante un control 20 de empuñadura y gatillo de pistola para emitir un resorte de resina desde el mismo.

Cuando no se requiere pulverización de resina, se hace circular fluido a temperatura más baja a través del aparato para impedir el curado de la resina contenida en el mismo.

La cabeza de pulverización 20 tiene una abertura de descarga que puede ser controlada electrónicamente para proporcionar pulverizaciones de resina con anchuras variables. Esto permite que la cabeza de pulverización 20 suministre pulverizaciones de resina más estrechas y más anchas conforme la cabeza de pulverización atraviesa el molde.

Según se ha indicado anteriormente, la presente invención utiliza un efecto de "densidad equilibrada" que permite que el conjunto de molde sea montado con una inclinación, o incluso en vertical. Esto permite que el sistema

conforme a la presente invención produzca paneles en conjuntos de molde verticales de un tamaño mayor que cuando se utilizan procesos de fabricación convencionales. Este efecto se describe con referencia a las Figuras 12 y 13.

5 La Figura 12 es una representación de la interfaz entre un volumen 6a que contiene resina y un volumen 6b que contiene aire, separados por un diafragma flexible, 5a. El diafragma 5a se mantiene en posición vertical pero se ve forzado a sobresalir hacia el volumen 6b de aire, según se llena progresivamente con la resina que contiene el volumen 6a, siendo este abultamiento mayor en las proximidades de la parte inferior. Esto se debe a una presión progresivamente creciente contra la pared 5a con la profundidad, debido al peso de la columna de resina 6c. La razón de todo esto es que la densidad del aire es menor que la de la resina. La presión del aire aplicada contra el diafragma 5a es insuficiente para compensar la presión aplicada por la columna 6c de resina, dando como resultado la distorsión del diafragma 5a.

15 La Figura 13 es una representación de la interfaz entre el volumen 6a que contiene resina, por ejemplo una cavidad de molde que contiene una acumulación, y un volumen 6b que contiene fluido, por ejemplo, la cámara de presión. El diafragma 5a flexible que separa los dos volúmenes lo proporciona, por ejemplo, la pared de cámara elásticamente deformable de la cámara de presión. Puesto que el fluido es típicamente aceite, la densidad del fluido es similar a la de la resina. Por lo tanto, mientras que la presión aplicada por la columna de resina y por la columna de fluido contra el diafragma se incrementa con el aumento de profundidad, no existe abultamiento en el diafragma 5a. Esto se debe a que las presiones respectivas aplicadas por las columnas de resina y de fluido contra el diafragma 5a están equilibradas. Por lo tanto, la circulación de fluido en las cámaras de presión conforme a la presente invención puede utilizar este efecto de presión equilibrada que permita que los conjuntos de molde se inclinen o se mantengan verticales con una mínima distorsión de las paredes de cámara.

Las Figuras 14 y 15 muestran detalles de otra realización preferida del sistema conforme a la presente invención. Se utilizan números de referencia correspondientes con la realización anterior en estas figuras y en figuras posteriores por motivos de claridad.

25 La Figura 14 muestra un conjunto de molde 50 que incluye una sección de molde 51 que tiene una cavidad de molde 53 en cuyo interior está soportada una acumulación 55 de material compuesto o de metal enlazado. Este conjunto de molde incluye dos porciones 57 de canal relativamente profundas. A diferencia con la disposición mostrada en la Figura 1, solamente se proporciona una sola sección de molde. Puede existir compresión inicial de la acumulación 55 utilizando una película de vacío según se ha descrito anteriormente y se ha mostrado en la Figura 8.

30 Las porciones 57 de canal profundo y los diversos ángulos de noventa grados en sección transversal de la porción de molde 51, hacen que sea difícil que las paredes de cámara 5 de las cámaras de presión 1, 2 contacten completamente con todas las áreas del conjunto de molde 50. El resultado es potencialmente menor que una compresión y un curado satisfactorios de la acumulación 55 debido a que el calor y la presión no se aplican de manera uniforme a la misma.

35 Por lo tanto, el conjunto de molde 50 incluye además una vejiga 59 formada por material elásticamente deformable y asegurada a la sección de molde 51 para proporcionar con ello una cámara 61 de flujo de fluido. Membranas de soporte 63 interconectan la cara 52 de la sección de molde inferior con la vejiga 59. Esta vejiga incluye medios (no representados) para permitir que el fluido a presión y temperatura elevadas circule a través de la cámara de flujo de fluido. Esto permite, por lo tanto, un contacto directo del fluido circulante con la cara 52 de molde inferior, asegurando una transferencia de calor más eficiente y más uniforme a la sección de molde 51 y a la acumulación 55.

45 También se ha previsto que la cámara de flujo de fluido sea proporcionada por un alojamiento rígido o semirrígido o por una placa que tenga una cara rígida, estando el alojamiento o la placa sujetos elásticamente a lo largo de su periferia a la sección de molde 51. Membranas de soporte pueden interconectar el alojamiento o la placa y la cara 52 de la sección de molde, para ayudar con ello a guiar el flujo de fluido a través de la cámara de flujo de fluido.

Haciendo ahora referencia a la Figura 15, durante el proceso de producción del componente de material compuesto o de metal enlazado, el conjunto de molde 50 está alojado entre las paredes 5 de cámara de una cámara de presión 1, 2 superior e inferior. Una cámara 65 superior adicional de flujo de fluido puede superponerse al conjunto de molde 50 cuando se sitúa entre las cámaras de presión. Esta cámara 65 superior de flujo de fluido tiene forma de vejiga formada por un material elásticamente deformable. La cara 67 inferior de la cámara 65 superior de flujo de fluido está configurada para conformarse en general según la forma del conjunto de molde 50. Esta cámara 65 superior de flujo de fluido incluye también medios (no representados) para hacer circular el fluido a temperatura y presión elevadas a través de la misma.

55 Esta disposición asegura que existe una distribución de presión y temperatura relativamente uniforme a través de la superficie del conjunto de molde 50 y de la acumulación 55.

La ventaja de esta disposición sobre la realización descrita anteriormente es que existe ahora una separación de objetivos entre la función de aplicación de presión de las cámaras de presión 1, 2 y la función de control de temperatura de la cámara 61 de flujo de fluido y la cámara 65 superior de flujo de fluido del conjunto de molde. El

- 5 volumen relativamente más pequeño de las cámaras 61, 65 de flujo de fluido da como resultado que se necesite un volumen más pequeño de fluido para conseguir los cambios de temperatura durante el proceso de producción mientras se optimiza al mismo tiempo la transferencia de calor a la acumulación 55. La función de las cámaras de presión 1, 2 es entonces la de aplicar la presión para compensar la acumulación 55. La temperatura en el interior de las cámaras de presión 1, 2 puede ser mantenida por lo tanto a temperatura constante.
- La realización del sistema de producción mostrado en la Figura 15 utiliza una cámara 65 superior de flujo de fluido que tiene una cara 67 de fondo configurada. Sin embargo, se prevé que la pared 5 de cámara de la cámara de presión 1 superior pueda alternativamente estar configurada para conformarse, al menos en general, según la forma general del conjunto de molde 50.
- 10 Las Figuras 16 a 19 muestran medios de posicionamiento alternativo para situar un conjunto de molde 70 en la pared de cámara 5 de una cámara de presión 2 inferior. Los medios de posicionamiento actúan de modo que mantienen el conjunto de molde 70 en una posición predeterminada sobre la pared de cámara 5 para mantener el conjunto de molde rígido.
- 15 En la realización mostrada en la Figura 16, el conjunto de molde 70 está dotado de un número de orejetas 71 que encajan con zócalos 73 correspondientes situados en la pared de cámara 5.
- 20 La Figura 17 muestra el conjunto de molde 70 soportando una acumulación 72 en el mismo, situado entre las cámaras de presión 1, 2 superior e inferior. Las orejetas 71 del conjunto de molde 70 encajan con los zócalos 73 soportados sobre la cámara de presión 2 inferior. La pared de cámara 5 de la cámara de presión 1 superior se deforma hacia el conjunto de molde 70 cuando se hace circular fluido a temperatura y presión elevadas a través de la cámara de presión 1 superior. La pared de cámara 5 de la cámara de presión 2 inferior se deforma de manera similar en torno al fondo del conjunto de molde 70 debido al fluido circulante que pasa a su través.
- 25 La Figura 18 incluye un bastidor 75 rígido que tiene pernos 77 de posicionamiento que se extienden a través de la pared de cámara 5 de la cámara de presión 2 inferior. Esta disposición es por lo tanto similar a la mostrada en las Figuras 9 y 10, y el bastidor 75 rígido se aloja en el interior de, pero en cualquier caso sin conectar con, el alojamiento 3 de la cámara de fluido inferior.
- Los pernos 77 de posicionamiento pueden encajar con aberturas correspondientes proporcionadas a lo largo de la periferia del conjunto de molde 70. Puesto que el bastidor 75 rígido mostrado en la Figura 15 tiene un perfil relativamente poco profundo, el volumen del interior de la cámara 2 de fluido inferior no necesita ser particularmente elevado para acomodar el bastidor rígido en el mismo.
- 30 En la disposición mostrada en la Figura 19, el bastidor 75 rígido soportado en la cámara de fluido 2 inferior es de tamaño sustancialmente más grande, requiriendo un mayor volumen en la cámara de presión 2 inferior para acomodar dicho bastidor 75 rígido. Los conjuntos de molde usados en métodos de producción de material compuesto en autoclave convencionales tienen típicamente un bastidor rígido grande del tipo mostrado en la Figura 10.
- 35 No resulta ventajoso hacer circular un volumen muy grande de fluido a través de la cámara de fluido 2 inferior debido a que el exceso de fluido no ha sido previsto para el proceso de producción, siendo este exceso de fluido innecesario. Por lo tanto, es preferible proporcionar placas 79 de separación situadas cerca de la porción superior del bastidor 75 rígido y cierres herméticos 81 que se extiendan desde el alojamiento 3 de la cámara de presión inferior y que encajen con una cara periférica del bastidor 75 rígido. Estas placas 79 de separación y los cierres herméticos 81 definen un paso 80 de flujo de fluido más estrecho a través del cual es dirigido el fluido circulante para minimizar con ello el volumen de fluido que necesita hacerse circular en cualquier momento a través de la cámara de presión 2 inferior, circulando el fluido sobre el cierre hermético 81 y sobre las placas 79 de separación. Se pueden prever también placas 83 separadoras en el interior de la trayectoria de flujo definida para ayudar a posicionar correctamente las placas 79 de separación, así como para proporcionar un grado de control de flujo para el flujo que
- 40 pasa a través del paso 80 de flujo de fluido.
- 45 Las placas 79 de separación pueden ser proporcionadas en sí mismas por un par de placas con un cierre hermético elástico periférico proporcionado entre las placas, y que se extienda a lo largo de la periferia de dichas placas. Las placas pueden ser empujadas entre sí, por ejemplo por medio de una tuerca y un perno para comprimir con ello el cierre hermético, extendiéndose el cierre hermético más allá de la periferia de las placas para encajar con ello en el espacio de acomodación del interior del bastidor 75 rígido.
- 50 El volumen restante de la cámara de presión 2 inferior puede ser rellenado con material tal como rocas o ladrillos para reducir el volumen de fluido que necesita ser mantenido en el mismo.
- En todas las disposiciones descritas en lo que antecede, el conjunto de molde se mantiene en relación de flotación entre las paredes de cámara 5 de las cámaras de presión 1, 2 superior e inferior.
- 55 En otra realización preferida del sistema conforme a la presente invención, según se muestra en las Figuras 20, 21a y 21b, el conjunto de molde 70 podría ser mantenido de forma estacionaria mientras que las cámaras 1, 2 superior e

inferior están soportadas en relación flotante en torno al conjunto de molde 70 soportado rígidamente. El conjunto de molde 70 está en sí mismo montado rígidamente sobre un bastidor 85 de soporte. Este bastidor 85 de soporte puede estar asegurado a un suelo por medio de pernos 87. El conjunto de molde 70 está soportado sobre el bastidor 85 de soporte por medio de pernos 77 de soporte que se extienden desde el bastidor 85 de soporte y a través de la pared de cámara 5 de la cámara de presión 2 inferior.

La cámara de presión 2 inferior incluye una pestaña 88 periférica. La cámara de presión 2 inferior está soportada sobre postes 89 de soporte a lo largo de su pestaña 88 con medios 91 elásticos tal como un resorte helicoidal que ha sido proporcionado entre ambos de modo que la cámara de presión 2 inferior es movable con relación al conjunto de molde 70 estacionario. La cámara de presión 1 superior apoya sobre el conjunto de molde 70 y es libre para moverse en relación con el conjunto de molde 70.

El bastidor 85 rígido incluye una porción que está acomodada en el interior de la cámara de presión 2 inferior. A este fin, el bastidor 85 de soporte incluye una serie de miembros 86 de bastidor que se extienden a través del alojamiento 3 de la cámara de presión inferior, con cierres herméticos 93 según se ha mostrado mejor en las Figuras 18a y b, que han sido proporcionados alrededor de cada miembro 86 de bastidor. Cada pata 86 de bastidor incluye una conexión 95 de pestaña que permite que la porción superior 97 del bastidor 85 de soporte sea instalada en el interior de la cámara de presión 2 inferior y posteriormente conectada a través de conexiones 95 de pestaña al resto del bastidor 85 de soporte.

Las Figuras 21a y 21b muestran con mayor detalle el cierre hermético proporcionado alrededor de cada miembro 86 de bastidor de soporte. Este cierre hermético 93 incluye un aro 95 de caucho anular. El borde periférico interno del aro 95 anular está atrapado entre una pestaña 97 fijada sobre el miembro 86 de bastidor y una segunda pestaña 99 flotante. La pestaña 97 fija y la pestaña 99 flotante están atornilladas entre sí para sujetar la periferia interna del aro 95 hermético anular. La periferia externa de ese aro 95 hermético está asegurada entre la pared de alojamiento 3 y el aro 100 anular externo.

Durante la operación del sistema de producción mostrado en las Figuras 20 y 21a y 21b, se hace circular fluido a temperatura y presión elevadas a través de ambas cámaras de presión 1, 2 superior e inferior. Puesto que el conjunto de molde 70 se mantiene rígido, las cámaras de presión 1, 2 superior e inferior se mueven con el cambio de presión en cada cámara de presión para equilibrar con ello la presión global sobre el conjunto de molde 70 y la acumulación 72 ubicada en el mismo. El producto resultante de este sistema experimenta por lo tanto la misma distribución de temperatura uniforme y de presión que en las realizaciones descritas con anterioridad y por lo tanto tendrá unas características físicas similares, si no iguales, que los componentes producidos utilizando el sistema de producción descrito en lo que antecede.

La Figura 22 muestra otra realización preferida de la invención que es similar a la realización de la Figura 17 al tener un bastidor 85 de soporte rígido, que soporta rígidamente un conjunto de molde 70. En esta realización, sin embargo, solamente se proporciona una cámara de presión 1 superior. En cada una de las realizaciones preferidas del sistema de producción conforme a la presente invención, se hace circular fluido a temperatura y presión elevadas a través del sistema de producción. El sistema mostrado en la Figura 19 proporciona, de forma similar, la citada circulación de fluido a través de la cámara de presión 1 superior. Un dispositivo de vibración puede estar soportado sobre la cámara de presión 1 para hacer vibrar con ello el fluido que circula por el interior de la cámara de presión. La variación cíclica de la presión de fluido actúa para extraer cualesquiera burbujas de aire desde la acumulación.

El sistema de circulación de fluido mostrado en la Figura 22 incluye tres depósitos de fluido 105, 107, 109. Cada uno de los depósitos de fluido está presurizado, y comparten la misma presión común. El primer depósito de fluido 105 proporciona fluido a una temperatura relativamente alta mientras que el último depósito de fluido 109 proporciona fluido a una temperatura mucho más baja. El depósito de fluido 107 intermedio proporciona fluido a una temperatura media entre las temperaturas de fluido del primero y el último depósitos de fluido 105, 109. Una serie de líneas de alimentación y de retorno se extienden desde cada depósito de fluido siendo el fluido suministrado hasta, y retornado desde, la cámara de presión 1 superior que está controlada por medio de válvulas (no representadas) y de una bomba 111. Las válvulas controlan la temperatura del fluido que pasa a través de la línea 113 de alimentación de fluido hasta la cámara de presión 1 superior. Una línea 115 de retorno de fluido devuelve el fluido de nuevo hasta el depósito de fluido respectivo. El sistema de alimentación de fluido actúa para conectar diferentes depósitos a la cámara de presión 1 superior dependiendo de la temperatura de fluido requerida en el instante particular durante el ciclo de producción. El sistema ha sido descrito con mayor detalle en la solicitud internacional núm. PCT/AU95/00593 de la misma solicitante.

El primer medio de circulación proporciona una ventaja significativa al tener pérdidas de calor muy pequeñas durante el funcionamiento con los sistemas de producción conforme a la presente invención. Sistemas convencionales de vejiga simple utilizados en la producción de material compuesto, requieren que el fluido circule a través de una gama de temperaturas. El fluido del interior de la vejiga debe ser calentado inicialmente y dejado después que enfríe. Se pierde por tanto calor en este proceso. Por comparación, en el sistema de cámara de presión simple mostrado en la Figura 22, el fluido de cada depósito de fluido del sistema de circulación de fluido se mantiene a una temperatura constante preestablecida. Cuando se requiere que circule fluido de una temperatura a través de la cámara de

presión, el depósito de fluido que contiene el fluido a la temperatura correcta se conecta con la cámara de presión. Un depósito de fluido diferente se conecta por lo tanto según se requiera que la temperatura del fluido cambie de temperatura. Existe por lo tanto una pérdida mínima de calor en el fluido contenido en cada depósito de fluido debido a que el fluido solamente se hace circular a través de la cámara de calor, se utiliza la energía requerida para calentar la pieza y el fluido no se enfría. El resultado es que existe una pérdida mínima de calor cuando se utiliza un sistema de producción tal como el mostrado en la Figura 22.

El almacenamiento de fluido de esta manera, a temperaturas controladas, es el equivalente del almacenamiento de grandes cantidades de energía que pueden ser aplicadas para calentar y/o enfriar el molde y por lo tanto la pieza que está en el molde. Según se cambia el fluido, que es devuelto a los tanques de almacenamiento, no reciclado de frío a caliente y a frío, solamente hay que superar la inercia de calor de los moldes y de la pieza. Esto es general de una décima a una tercera parte de la energía de calentamiento de la masa equivalente de agua. Este planteamiento da como resultado tiempos de ciclo rápidos que podrían no estar disponibles si se necesitara superar la alta inercia del fluido de HTF cambiando cíclicamente su temperatura de fría a caliente y a fría. Así, el planteamiento de almacenamiento separado de los fluidos de transferencia de calor da como resultado un medio mucho más rápido y más eficiente de curación de una pieza que el presente sistema de curación de vejiga.

La cámara de presión 1 superior se mantiene en relación flotante por encima del conjunto de molde 70. Esta disposición proporciona muchas de las ventajas de las realizaciones anteriores y es aceptable para componentes en los que la precisión dimensional no es tan crítica.

Haciendo referencia a las Figuras 23 y 24, se ha mostrado una disposición que permite que la resina sea suministrada a un número de conjuntos de molde diferentes de una manera secuencial. La Figura 23 muestra un conjunto de molde 70 de ese tipo, que soporta una acumulación 72 y que está situado entre las paredes de cámara 5 de dos cámaras de presión 1, 2. El conjunto de molde 70 y las cámaras de presión 1, 2 están todos montados en posición inclinada. Una bolsa de vacío 30 ha sido colocada sobre la acumulación 72, y una línea 94 de alimentación de resina se extiende desde un primer contenedor 92 de resina. La presión de aire obliga a la resina a través de la línea 94 de suministro de resina hacia el espacio ocupado por la acumulación 72. Puesto que las cámaras de presión 1, 2 contienen fluido, la presión del fluido que se incrementa con el aumento de profundidad ayuda a forzar la resina hasta la parte superior de la pendiente del conjunto de molde. El efecto físico es una onda de resina que se mueve hacia arriba a través de la acumulación 72. Se suministra suficiente resina al conjunto de molde 70 de tal modo que existe un desbordamiento de resina hacia fuera del mismo. Este desbordamiento se recoge por medio de una línea 98 de drenaje de resina que entrega esa resina a un segundo contenedor 92 de resina. Una línea 96 de vacío mantiene el contenedor de resina en vacío para ayudar al ascenso de la resina.

La resina del interior del segundo contenedor 92 de resina puede ser suministrada después a otro conjunto de molde 70 según se ha mostrado en la Figura 24. Este proceso puede continuar secuencialmente a través de un número de conjuntos de molde.

Las Figuras 25 a 28 muestran un número de disposiciones de configuración diferente para posicionar y soportar partes de componentes que necesitan ser enlazadas al componente que se está fabricando. Tales componentes incluyen nervios de refuerzo, puntos de fijación, largueros, etcétera.

Haciendo inicialmente referencia a la Figura 25, se ha mostrado una sección de molde 121 sobre la que está soportada una acumulación 72 de material compuesto o de metal enlazado. Situados sobre la parte superior de la acumulación 72 se encuentra una serie de nervios de refuerzo 123 paralelos que van a ser enlazados con el componente terminado. Una película de vacío 30 se extiende sobre ambos, acumulación 72 y nervios 123, y se aplica un vacío para proporcionar la compresión inicial de la acumulación y ayudar a mantener los nervios 123 en su lugar. Una serie de correas configuradas 125 pueden ser extendidas también sobre la acumulación 72, los nervios 123 y la película de vacío 30 para posicionar y soportar los nervios 123. Cada correa 125 incluye una serie de curvas en forma de "U" que pueden encajar con la porción erguida de los nervios 123. Estas correas 127 mantienen los nervios 123 en su posición mientras que la pared de cámara elásticamente deformable encaja con el, y aplica presión al, conjunto completo.

Una disposición de configuración alternativa ha sido mostrada en la Figura 26, incluyendo esta disposición una bolsa 131 de vejiga soportable en el interior de un alojamiento 133 de cámara de presión. La vejiga 131, cuando se infla en el interior del alojamiento, proporciona la pared de cámara 132 para el alojamiento 132 de cámara de presión. La vejiga 132 incluye una serie de canales 135. Cuando la pared de cámara 135 se hace descender sobre la sección de molde 121 que soporta la acumulación 72, los nervios de refuerzo 123 y la película de vacío 30, los canales 135 proporcionan un espacio para albergar la porción erguida de los nervios 123. Esta disposición proporciona un contacto mejorado de la pared de cámara 135 con la acumulación y los nervios 123 durante la fase de compresión y curado o de enlace.

La disposición mostrada en la Figura 26 utiliza una única vejiga 131. Sin embargo, se ha previsto también que el alojamiento 133 albergue más de una vejiga al mismo tiempo. Una disposición de ese tipo podría permitir la fabricación de componentes muy grandes cuando no sea práctico el uso de una sola vejiga.

En una realización adicional de la disposición de configuración, según se muestra en la Figura 27, se ha mostrado una vejiga 137 de flujo de fluido en sección transversal, realizada con un material elásticamente deformable, que está configurada para conformarse con la acumulación 72 que soporta los nervios 123. La pared de cámara 139 de la cámara de presión puede estar también configurada para conformarse con la forma general de la vejiga 137 de flujo de fluido durante la fase de producción.

La Figura 28 muestra otra realización de una disposición de configuración que utiliza también una pared de cámara 141 configurada de una cámara de presión 133. Puesto que la pared de cámara se ha formado con material elásticamente deformable, puede necesitar que sea soportada para conservar su forma configurada. Por lo tanto, se puede proporcionar un bastidor 145 de soporte interno en el interior de la cámara de presión 133, teniendo el bastidor 145 de soporte una porción de soporte 147 configurada. Cuando la cámara de presión 133 se exonera de la presión, la pared de cámara 141 puede retroceder contra la porción de soporte 147 del bastidor 147 de soporte, manteniendo con ello la cámara en su posición general correcta.

En la solicitud de Patente Internacional núm. PCT/AU95/00593 de la misma solicitante, se ha descrito un sistema de producción de material compuesto o de metal enlazado. Este sistema de producción podría también ser adaptado a producción semi-continua según se muestra en la Figura 29. Dicho sistema utiliza una cámara de presión 151 superior que tiene una pared de cámara elásticamente deformable, y una cámara inferior 153 que soporta una sección de molde 155 montada elásticamente. Se puede hacer circular fluido a temperatura y presión elevadas a través de ambas cámaras de presión 151, 153 durante la fase de producción. El fluido puede ser proporcionado por un sistema de circulación de fluido similar al descrito en el sistema mostrado en la Figura 22.

El sistema de producción está adaptado para una producción semi-continua mediante la provisión de una pluralidad de cámaras de presión 153 inferiores, cada una de ellas soportada por un carro 157 que facilita el movimiento de las cámaras de presión 153 inferiores. Se ha montado una sola cámara de presión 151 superior para movimiento vertical. Por lo tanto, un número de secciones de molde 155 de las cámaras de presión 153 inferiores pueden estar preparadas para albergar una acumulación 159 de material compuesto o de metal enlazado mientras otra de las cámaras de presión inferiores preparada se sitúa bajo la cámara de presión 151 superior. Con ello, no existe ningún retardo en el proceso de producción debido al tiempo que conlleva preparar la sección de molde para la fase de producción.

La Figura 30 muestra una variante del sistema de producción semi-continua de la Figura 29, la cual no forma parte de la invención, siendo la principal diferencia el hecho de que se utiliza el sistema de producción mostrado en la Figura 22. Ese sistema solamente necesita una cámara de presión 151 superior, donde los carros 157 soportan una sección de molde montada rígidamente.

En la adaptación de los sistemas de producción anteriormente descritos para producción en masa, se puede usar una serie de estaciones, soportando cada estación un único sistema de producción 159. Para permitir que cada una de las estaciones sea alimentada con fluido circulante, el sistema de circulación de fluido descrito en la solicitud de Patente Internacional núm. PCT/AU95/00593 de la misma solicitante puede estar dotado de colectores en anillo 161. Cada depósito 105, 107, 109 de fluido puede estar dotado de un colector en anillo 161 separado. Un sistema 163 de suministro de fluido ha sido proporcionado en cada estación para circulación de fluido a través del sistema de producción 163 ubicado en esa estación. La secuencia de producción de temporización en cada estación puede estar escalonada de modo que no exista una extracción excesiva de fluido en ningún momento desde cualquiera de los depósitos de fluido. Puesto que el fluido de cada depósito de fluido se mantiene a una temperatura particular constante, esto permite el suministro inmediato de fluido a la temperatura requerida mediante la conexión al depósito de fluido apropiado. Por lo tanto, no es necesario calentar el fluido puesto que el fluido a la temperatura requerida se encuentra disponible en todo momento cuando se usa el sistema de circulación de fluido según la presente invención. Esto da también como resultado una flexibilidad de la fase de fabricación y curado del proceso para comenzar un ciclo de curación en cualquier momento, es decir no existen tiempos de ciclo de curación fijados para inicio y terminación respecto a los que el molde tenga que esperar.

La Figura 32 muestra una sección de molde 180 reforzada, ubicada entre dos paredes de cámara de presión 5. Esta sección de molde 180 incluye una cubierta de molde 181 interna que proporciona la cavidad de molde, y una cubierta de molde 182 externa en el lado opuesto a la cubierta de molde 180. El espesor de la cubierta de molde 181 interna es mayor que el de la cubierta de molde 182 externa, para proporcionar precisión dimensional.

Extendiéndose entre las cubiertas de molde existe una serie de aletas de refuerzo 183. Estas aletas de refuerzo 183 definen estructuras de caja en el interior de la sección de molde 180. La sección de molde resultante es más rígida e incluso más ligera que las secciones de molde convencionales de pared simple. Además, se puede hacer que circule el fluido a presión equilibrada o a presión ligeramente más alta que la presión existente en las cámaras de presión a través de las estructuras de caja de la sección de molde 180, proporcionando altas eficiencias de transferencia de calor para la sección de molde 180. Esto se debe a que las aletas de refuerzo 183 actúan también como aletas de calentamiento y de enfriamiento. La cubierta de molde 182 externa puede también estar dotada de un aislamiento externo para reducir la pérdida de calor.

El método y el sistema conforme a la presente invención permiten por lo tanto la producción de componentes de

material compuesto y de metal en un proceso semi-continuo. Una ventaja principal de los sistemas de producción conforme a la presente invención es que éstos proporcionan una mejor utilización del espacio en una instalación de producción. Por ejemplo, donde se utilizan autoclaves, se requiere espacio para transportar y conservar los moldes con anterioridad al uso del autoclave. No se requiere ningún espacio de mantenimiento para los sistemas de producción conforme a la presente invención.

5

Las modificaciones y variaciones, según se estimen obvias por parte de los expertos en la materia, están incluidas dentro del ámbito de la presente invención según se reivindica en las reivindicaciones anexas.

10

15

20

25

30

35

REIVINDICACIONES

- 1.- Un sistema para producir componentes de material compuesto o de metal enlazado, que incluye:
- 5 primera y segunda cámaras de presión (1, 2), teniendo cada cámara de presión una pared de cámara (5) elásticamente deformable;
- medios para hacer circular fluido a temperatura y presión elevadas a través de cada una de dichas cámaras de presión;
- en el que, cuando el sistema está en uso, las cámaras de presión (1, 2) se mantienen juntas con las paredes de cámara (5) elásticamente deformables situadas en relación de oposición;
- 10 en el que la presión en las cámaras de presión es tal que una acumulación de material compuesto o de metal enlazado puede ser comprimida o conformada para formar un componente de material compuesto o de metal enlazado;
- caracterizado por** al menos un conjunto de molde (7, 9) que incluye al menos una sección de molde (7b, 9b) separada que proporciona una cavidad de molde en cuyo interior puede ser colocada la acumulación;
- 15 conteniendo el al menos un conjunto de molde (7, 9) una acumulación citada que está alojada entre las paredes de cámara mientras se hace circular fluido a temperatura elevada a través de cada cámara de presión de tal modo que la acumulación pueda ser curada.
- 2.- Un sistema según la reivindicación 1, en el que cada cámara de presión (1, 2) incluye un alojamiento (3) que soporta una pared de cámara (5) citada elásticamente deformable sobre un lado del mismo.
- 20 3.- Un sistema según la reivindicación 1, en el que cada cámara de presión (1, 2) incluye un bastidor de soporte externo que soporta una vejiga flexible en el mismo, donde una cara de la vejiga proporciona la pared de cámara (5) elásticamente deformable para la cámara de presión.
- 4.- Un sistema según la reivindicación 1, en el que el conjunto de molde (7, 9) incluye una única sección de molde (7b, 9b) citada para soportar la acumulación.
- 25 5.- Un sistema según la reivindicación 1, en el que el conjunto de molde (7, 9) incluye un par de dichas secciones de molde (7a, 7b, 9a, 9b), estando la acumulación situada entre las mismas.
- 6.- Un sistema para producir componentes de material compuesto o de metal enlazado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que:
- 30 el al menos un conjunto de molde (50) incluye una sección de molde (51) que tiene caras opuestas (52, 53), donde una de dichas caras (53) de sección de molde proporciona una cavidad de molde (53) dentro de la cual puede ser posicionada una acumulación (55) de material compuesto o de metal enlazado, incluyendo además el al menos un conjunto de molde (50) una cámara (61) de flujo de fluido que ha sido prevista adyacente a una cara (52) de sección de molde opuesta citada de tal modo que el fluido que circula a través de la cámara (61) de flujo de fluido está en contacto directo con al menos una porción sustancial de la cara de sección de molde opuesta;
- 35 en el que, cuando el sistema está en uso, se hace circular fluido a temperatura y presión elevadas a través de cada cámara de presión (1, 2) y de la cámara (61) de flujo de fluido del al menos un conjunto de molde (50).
- 40 7.- Un sistema según la reivindicación 6, que incluye además una cámara (65) superior de control de flujo de fluido posicionable sobre la cavidad de molde (53) cuando el conjunto de molde (50) está situado entre las cámaras de presión (1, 2), en el que cuando el sistema está en uso, se hace que circule fluido a temperatura y presión elevadas a través de la cámara (65) superior de flujo de fluido.
- 45 8.- Un sistema según la reivindicación 7, en el que la cámara (65) superior de flujo de fluido incluye una vejiga formada con material elásticamente deformable, estando una cara de la vejiga configurada al menos de forma general de modo que sigue la forma de la cavidad de molde (53) cuando se hace que el fluido circule a través de la misma.
- 9.- Un sistema para producir componentes de material compuesto o de metal enlazado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que incluye además:
- 50 medios de posicionamiento para posicionar el al menos un conjunto de molde (70) en una posición fija, estando las cámaras de presión (1, 2) soportadas alrededor del al menos un conjunto de molde (70) en

relación flotante con respecto al mismo.

- 10.- Un sistema según la reivindicación 9, en el que los medios de posicionamiento adoptan forma de bastidor (75) de soporte que incluye miembros (77) de soporte que se extienden desde el mismo para soportar el conjunto de molde (70), extendiéndose los miembros (77) de soporte a través de al menos una cámara de presión (2) citada.
- 5 11.- Un sistema según la reivindicación 1, en el que la sección de molde (180) incluye una cubierta de molde (181) interna para proporcionar una cavidad de molde, una cubierta de molde (182) externa opuesta, y una pluralidad de aletas de refuerzo (183) que interconectan dichas cubiertas de molde interna y externa, en el que se puede hacer que el fluido circule a través de la sección de molde.
- 12.- Un método de producción de componentes de material compuesto o de metal enlazado, que incluye:
- 10 posicionar una acumulación de material compuesto o de metal enlazado en una cavidad de molde de un conjunto de molde (7, 9);
- posicionar el conjunto de molde junto con la acumulación entre la primera y la segunda cámaras de presión (1, 2), teniendo cada cámara de presión una pared de cámara (5) elásticamente deformable, estando las paredes de cámara situadas en relación de oposición con el conjunto de molde ubicado entre las mismas, y
- 15 hacer circular un fluido a presión y temperatura elevadas a través de cada cámara de presión (1, 2) de tal modo que la acumulación de material compuesto o de metal enlazado sea comprimida y curada o conformada.
- 13.- Un método según la reivindicación 12, que incluye hacer circular el fluido a través de cada cámara de presión (1, 2) sustancialmente a la misma presión.
- 20 14.- Un método según la reivindicación 12 ó 13, en el que se usa una sola sección de molde (7b, 9b) citada, que incluye posicionar una bolsa de vacío (30) sobre la sección de molde para aplicar una compresión inicial de la acumulación ubicada en el mismo.
- 15.- Un método de producción de componentes de material compuesto o de metal enlazado según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en el que:
- 25 el conjunto de molde (50) incluye una sección de molde (51), la sección de molde incluye una cara (52) opuesta a la cavidad de molde (53), estando la cámara (61) de flujo de fluido situada adyacente a dicha cara (52) de sección de molde opuesta;
- incluyendo además el método hacer circular fluido a temperatura y presión elevadas a través de cada cámara de presión (1, 2) citada y de la cámara (61) de flujo de fluido.
- 30 16.- Un método según la reivindicación 15, que incluye ciclar la temperatura del fluido a través de la cámara (61) de flujo de fluido mientras se mantiene una temperatura de fluido relativamente constante en el interior de las cámaras de presión (1, 2).
- 17.- Un método según la reivindicación 15 ó 16, que incluye además posicionar una cámara superior (65) de flujo de fluido sobre la cavidad de molde (53), y hacer circular el fluido a temperatura y presión elevadas a través de la
- 35 cámara superior (65) de fluido.
- 18.- Un método según la reivindicación 17, que incluye ciclar la temperatura de fluido en el interior de la cámara superior (65) de flujo de fluido.
- 19.- Un método de producción de componentes de material compuesto o de metal enlazado según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, que incluye además:
- 40 aplicar una capa de resina solidificada (24) sobre una superficie de molde (26) de al menos una sección de molde (25) rígida o semirrígida, y
- posicionar una acumulación (29) de material compuesto o de metal enlazado en la citada al menos una sección de molde rígida o semirrígida;
- 45 de tal modo que la capa de resina es licuada y la resina licuada es transferida a la acumulación de material compuesto y es comprimida y curada o conformada cuando se hace circular fluido a presión y temperatura elevadas a través de al menos cada cámara de presión (1, 2).
- 20.- Un método según la reivindicación 19, que incluye pulverizar la resina (24) en estado licuado sobre la superficie de molde (26) con un aparato (20, 22, 23) de pulverización de resina.
- 50 21.- Un método según la reivindicación 20, que incluye además hacer circular fluido a través del aparato (20, 22, 23) de pulverización de resina para controlar la temperatura en el interior del aparato.

- 22.- Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 19 a 21, que incluye refrigerar la sección de molde (25) para facilitar la solidificación de la resina (24) pulverizada sobre la misma.
- 23.- Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 19 a 22, que incluye pulverizar la resina (24) sobre la superficie de molde (26) según un patrón predeterminado que proporcione un espesor variable de la capa de resina sobre la superficie del molde.
- 24.- Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 19 a 23, que incluye pulverizar alternativamente y/o simultáneamente diferentes tipos de resina sobre la superficie de molde (26).
- 25.- Un método de producción de componentes de material compuesto o de metal enlazado según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, que incluye además:
- 10 posicionar el conjunto de molde (70) junto con la acumulación (72) de material compuesto o de metal enlazado entre dichas primera y segunda cámaras de presión (1, 2) al menos sustancialmente llenas de fluido;
- alimentar resina al conjunto de molde (70) y a través de la acumulación (72) ubicada en el mismo, y
- 15 recoger el desbordamiento de resina desde el conjunto de molde (70) para su suministro posterior a otro conjunto de molde.
- 26.- Un método según la reivindicación 25, que incluye recoger y suministrar secuencialmente dicho desbordamiento de resina a uno o más conjuntos de molde (70) adicionales.
- 27.- Un método según la reivindicación 25 ó 26, en el que el conjunto de molde (70) está dispuesto en posición inclinada.
- 20 28.- Un método para producir componentes de material compuesto o de metal enlazado según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, que incluye:
- preparar y posicionar una acumulación de material compuesto o de metal enlazado en la cavidad de molde de una pluralidad de conjuntos de molde (7, 9) citados;
- 25 disponer uno o más conjuntos de molde entre las dos cámaras de presión (1, 2) separadas, llevando las dos cámaras de presión juntas a una fase de producción tal que el, o cada, conjunto de molde esté situado entre las paredes de cámara de las cámaras de presión;
- hacer circular fluido a temperatura y presión elevadas a través de cada cámara de presión durante dicha fase de producción para comprimir y curar o conformar de ese modo el componente;
- retirar el, o cada, conjunto de molde de entre las cámaras de presión, y
- 30 sustituir el, o cada, conjunto de molde por uno o más conjuntos de molde adicionales que alberguen una acumulación citada para una siguiente fase de producción citada.
- 35 29.- Un método según la reivindicación 28, en el que el fluido circulante es suministrado por medio de un sistema de circulación de fluido que incluye una pluralidad de depósitos de fluido (105, 107, 109) que contienen respectivamente fluido a diferentes temperaturas, estando cada depósito de fluido dotado de un colector en anillo (161) separado para permitir que el fluido procedente de cada depósito citado sea alimentado a una pluralidad de estaciones, y medios de suministro de fluido en cada estación para alimentar fluido desde cada colector en anillo (161) hasta una cámara de presión (172) citada situada en la estación.

40

45

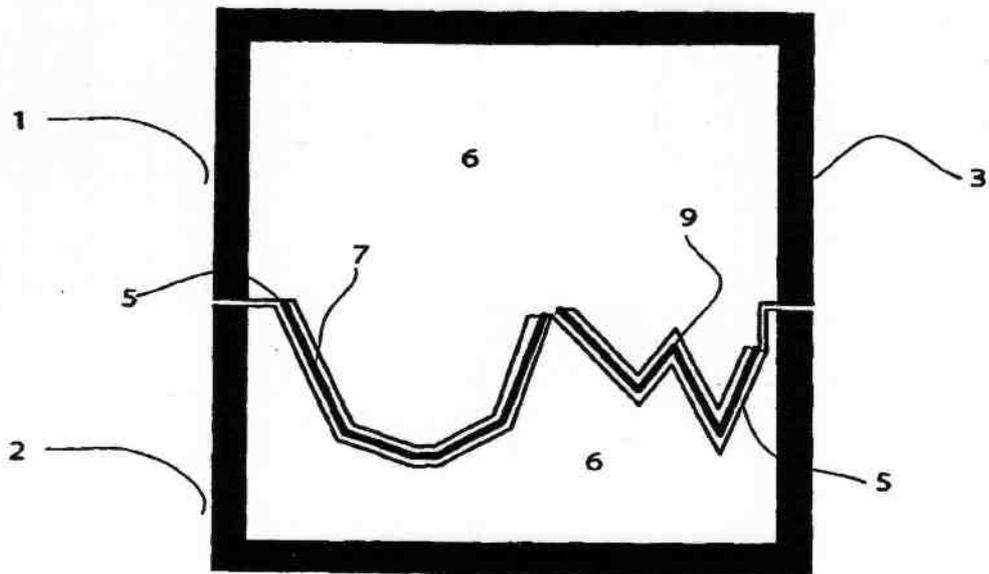


FIG.1

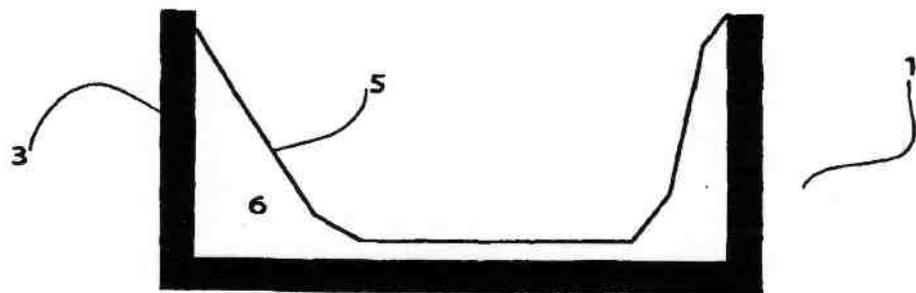


FIG.2

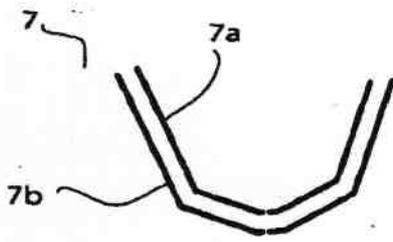


FIG.3a

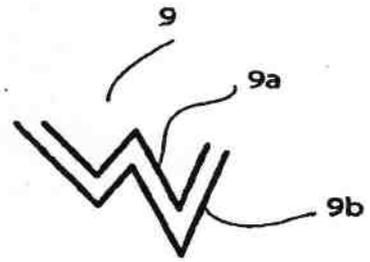


FIG.3b

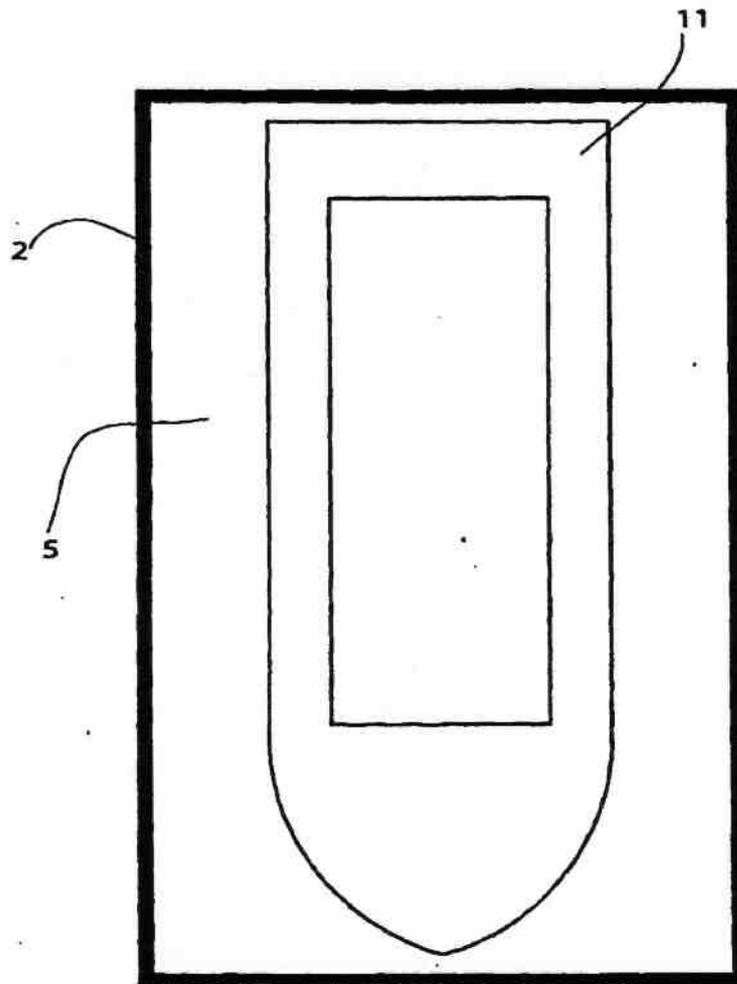


FIG.4

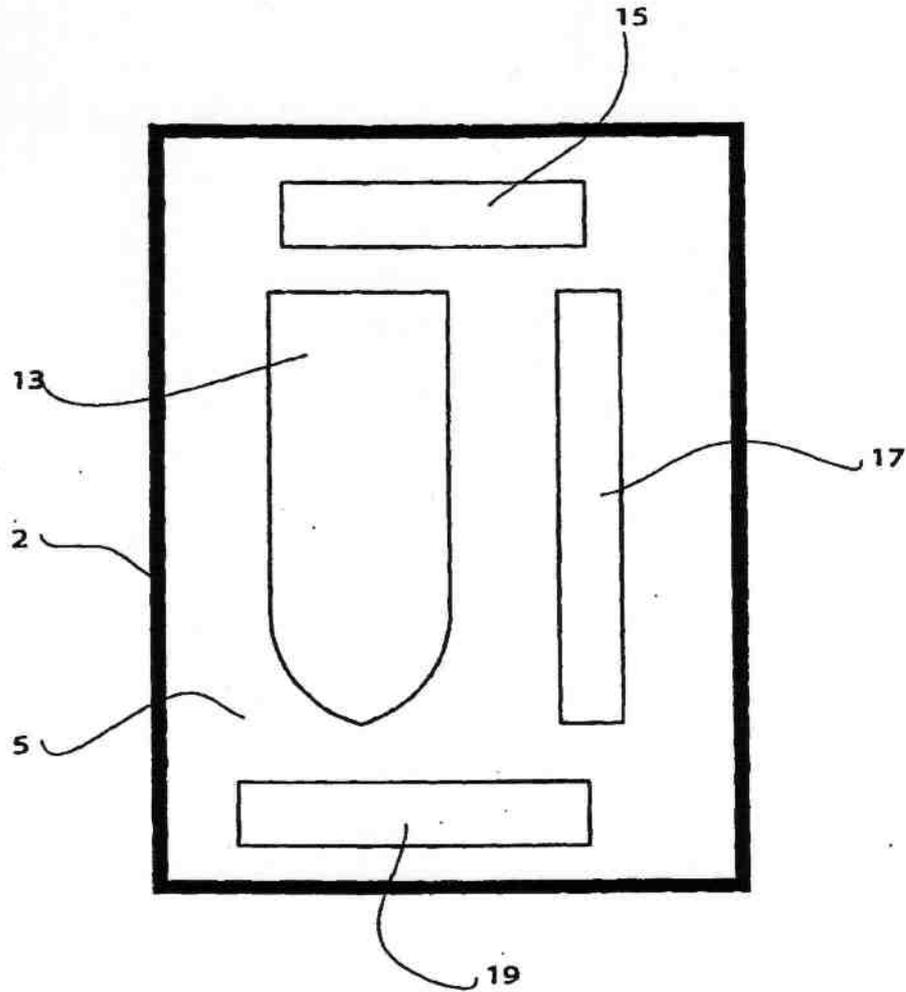


FIG.5

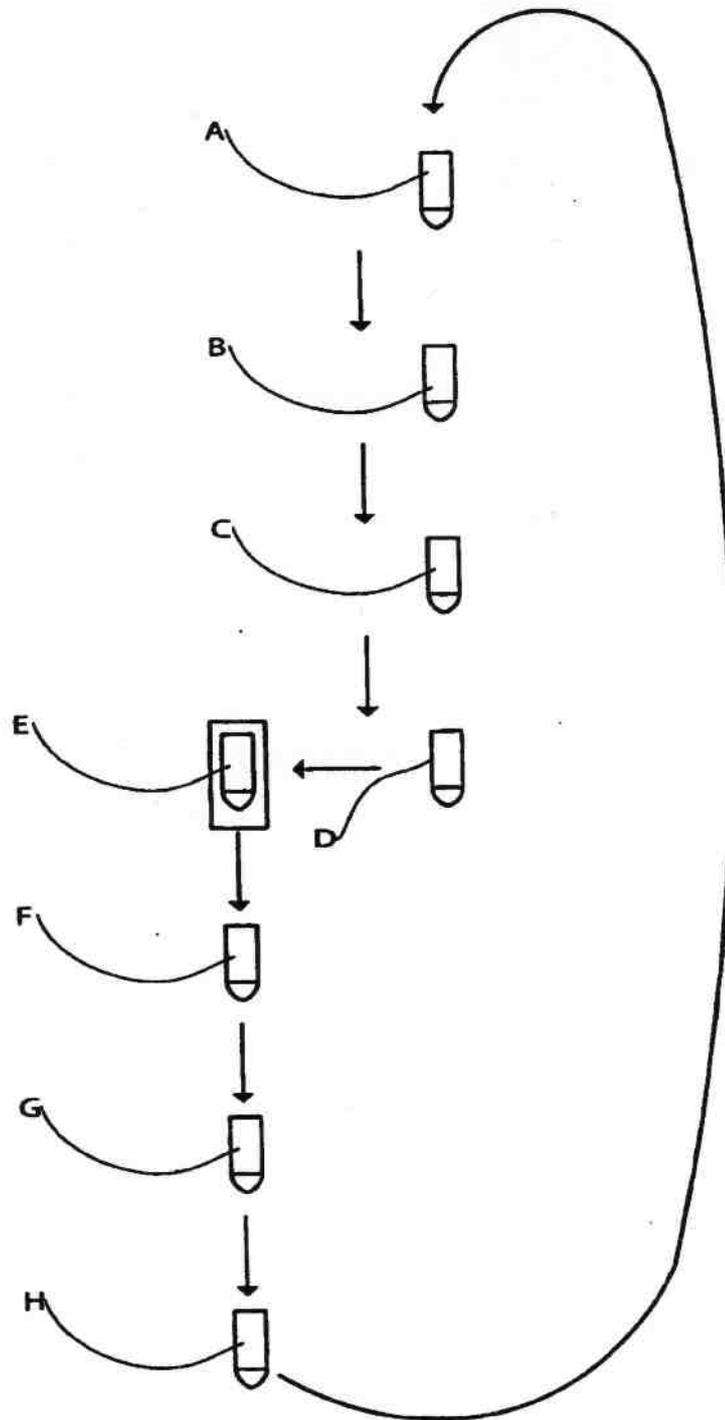


FIG.6

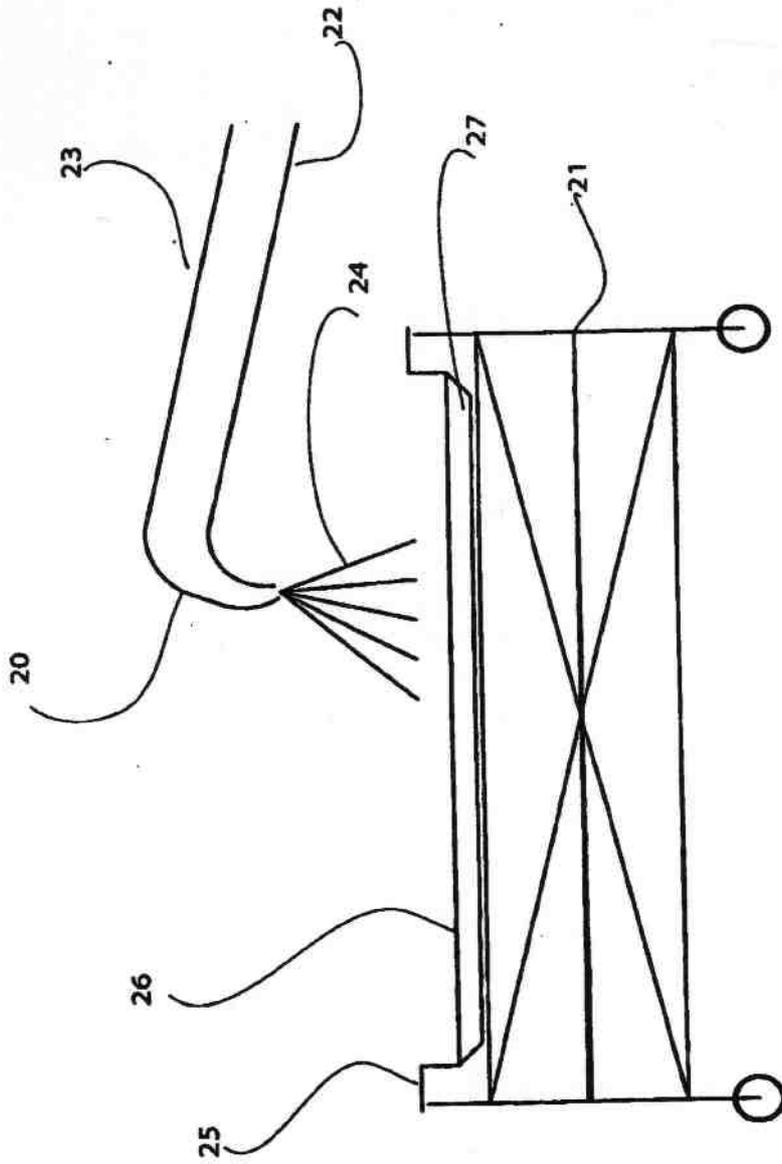


FIG.7

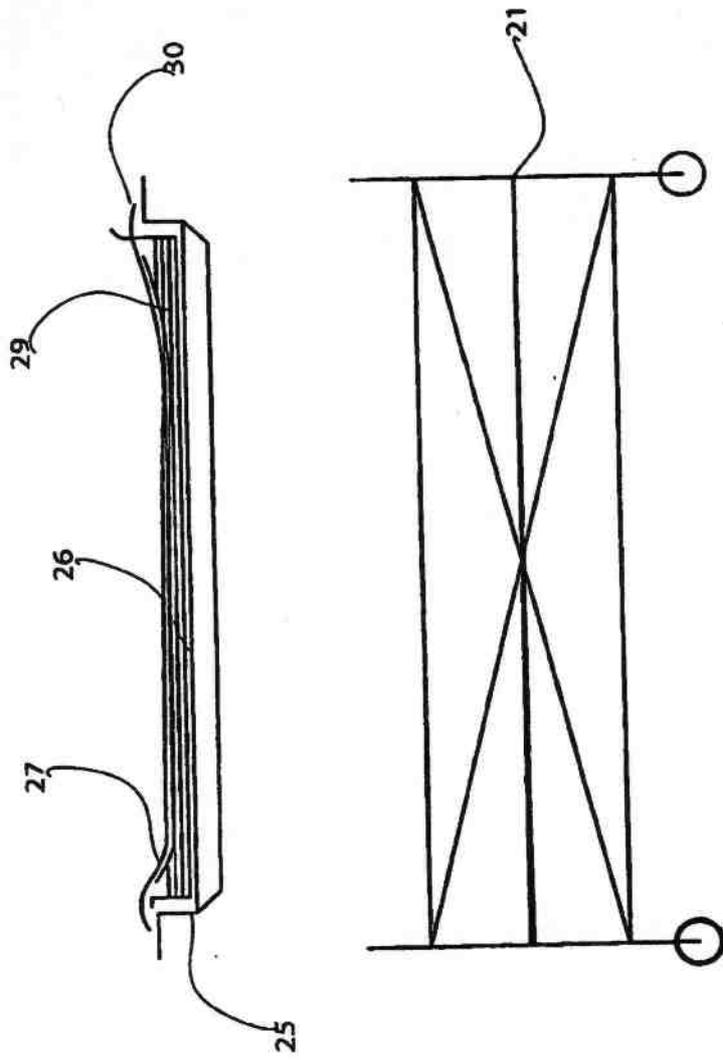


FIG.8

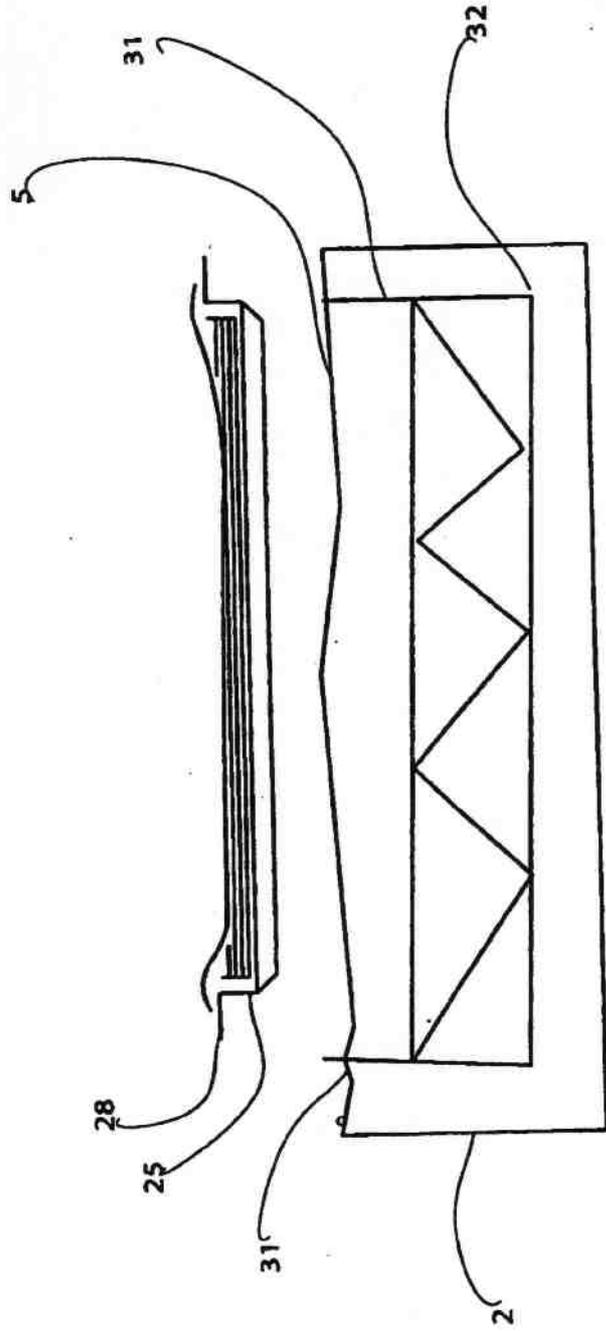


FIG.9

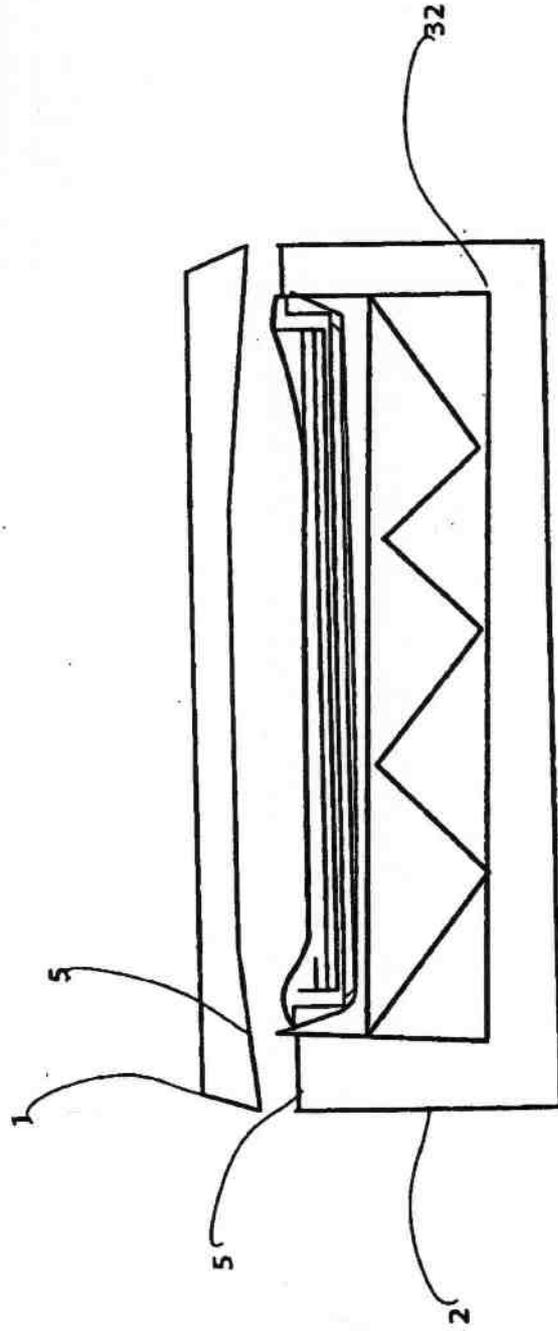


FIG.10

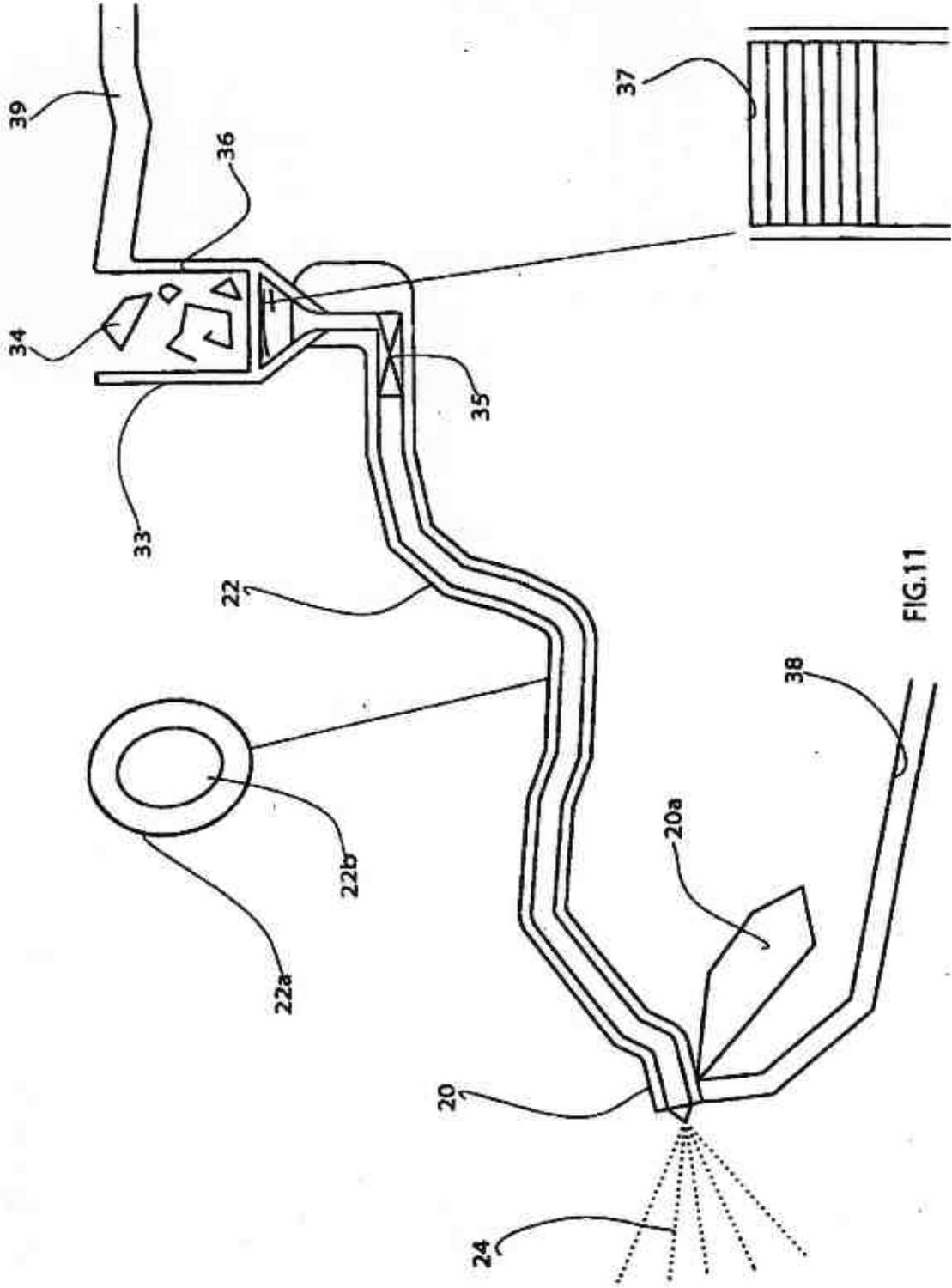


FIG.11

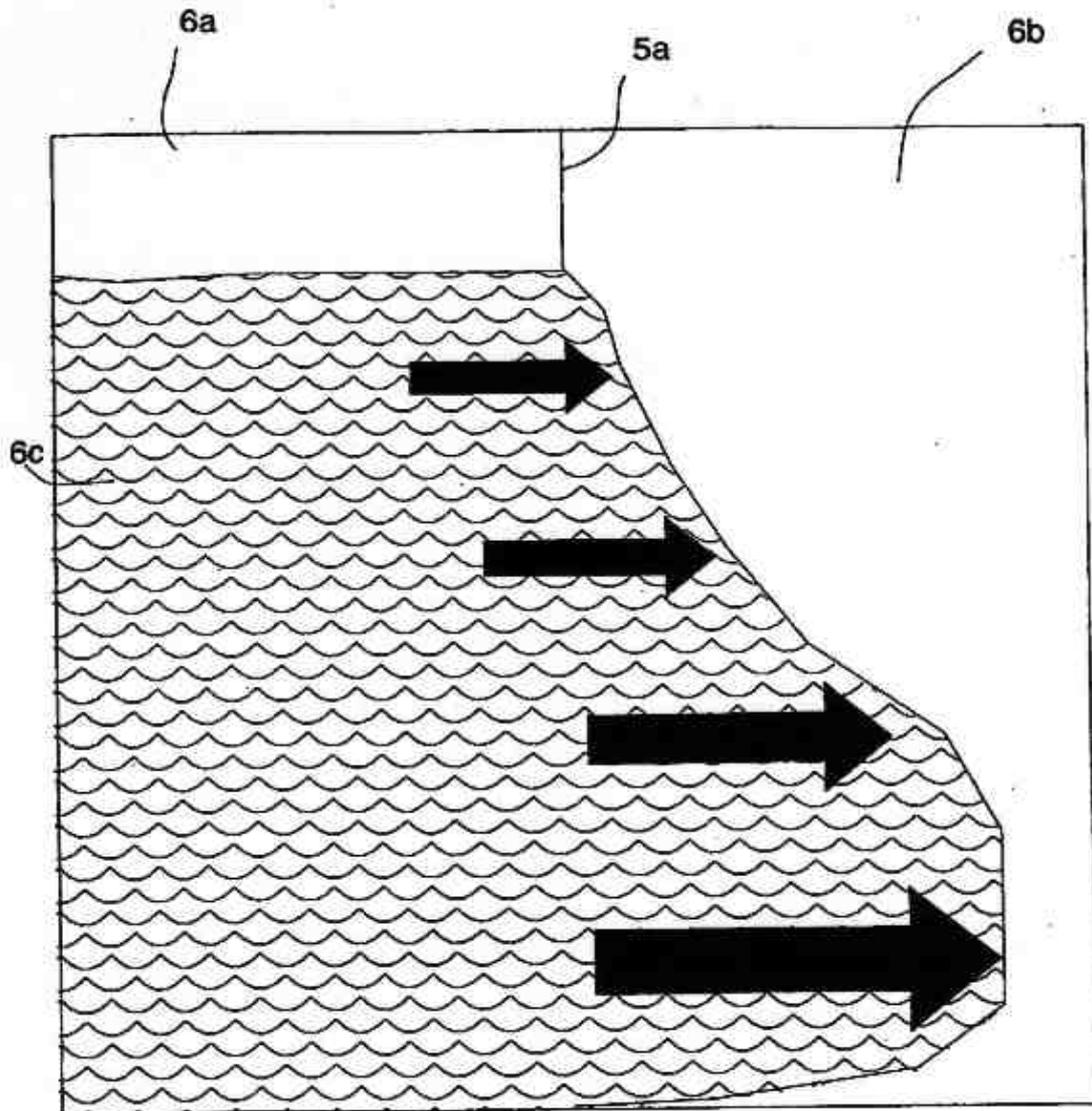


FIG. 12

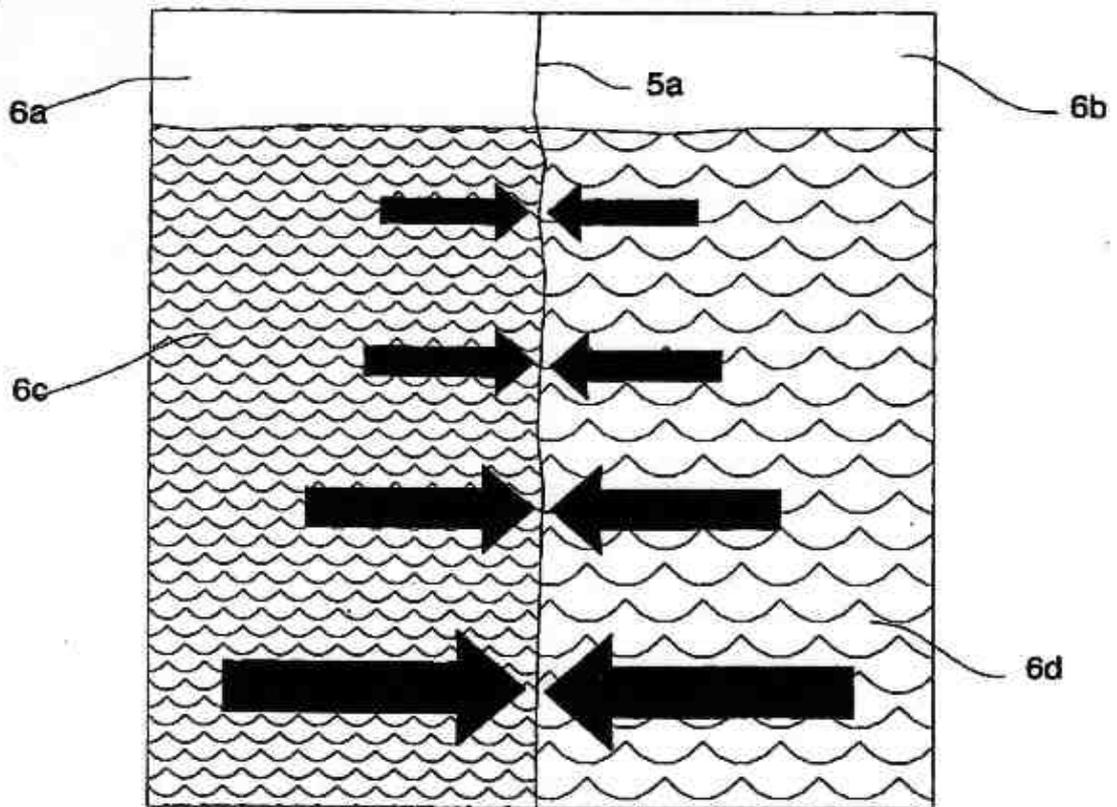


FIG. 13

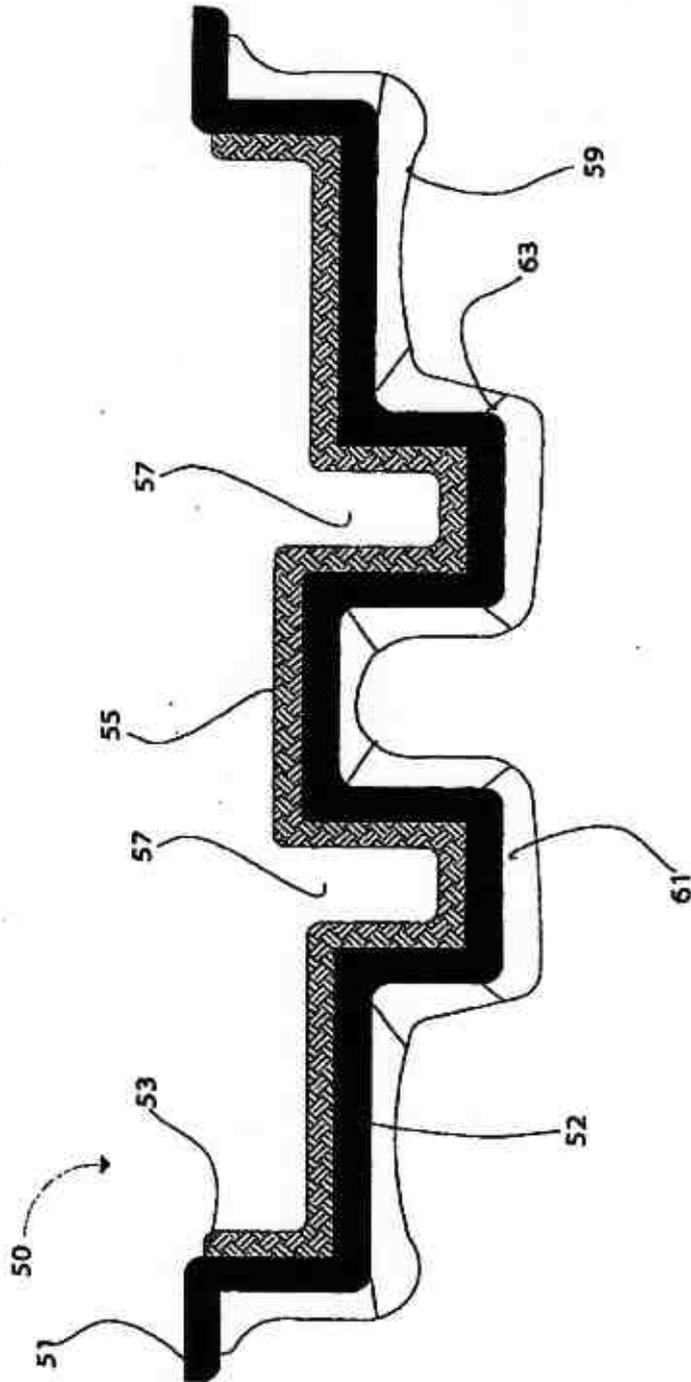


FIG.14

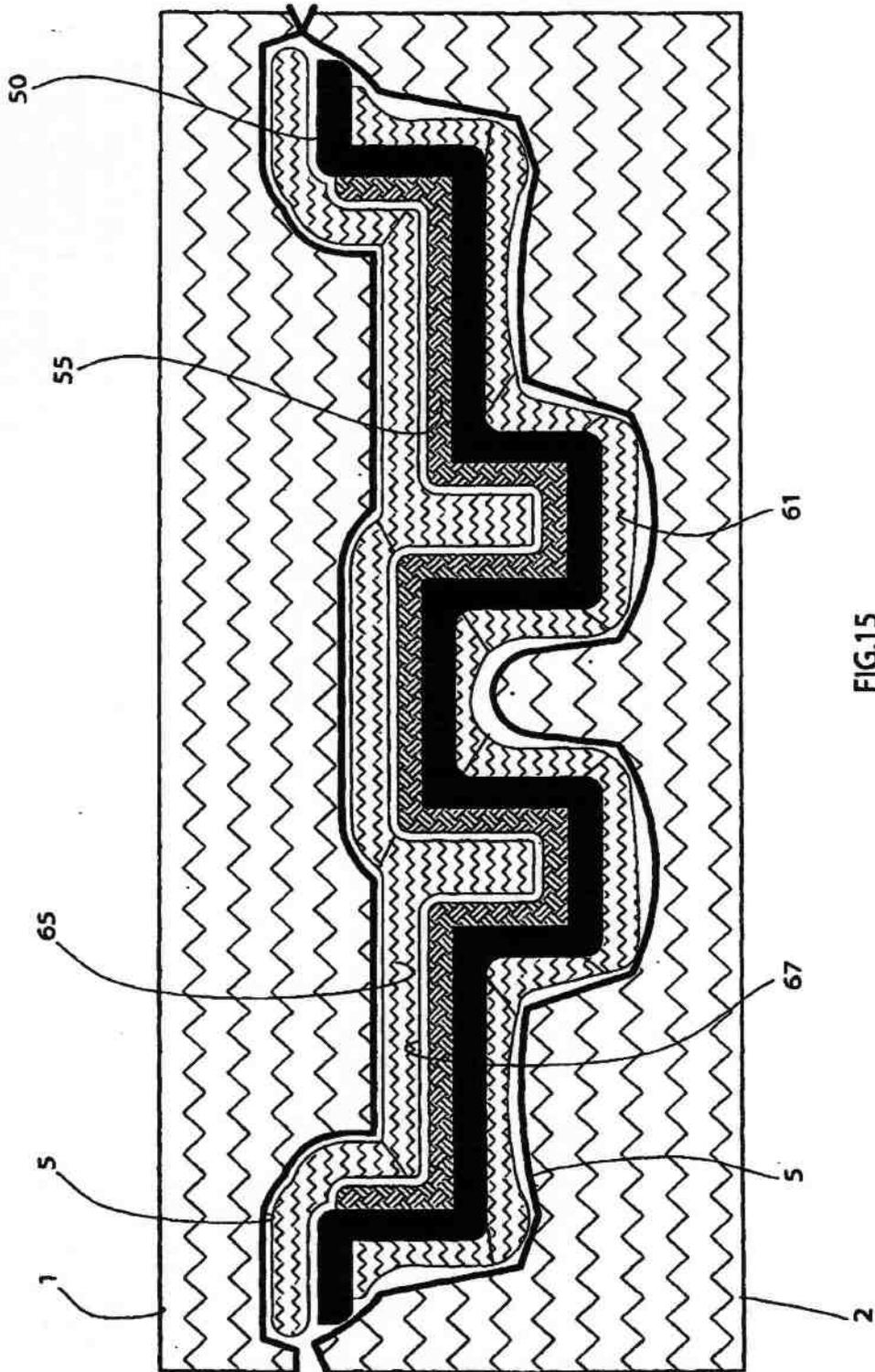


FIG.15

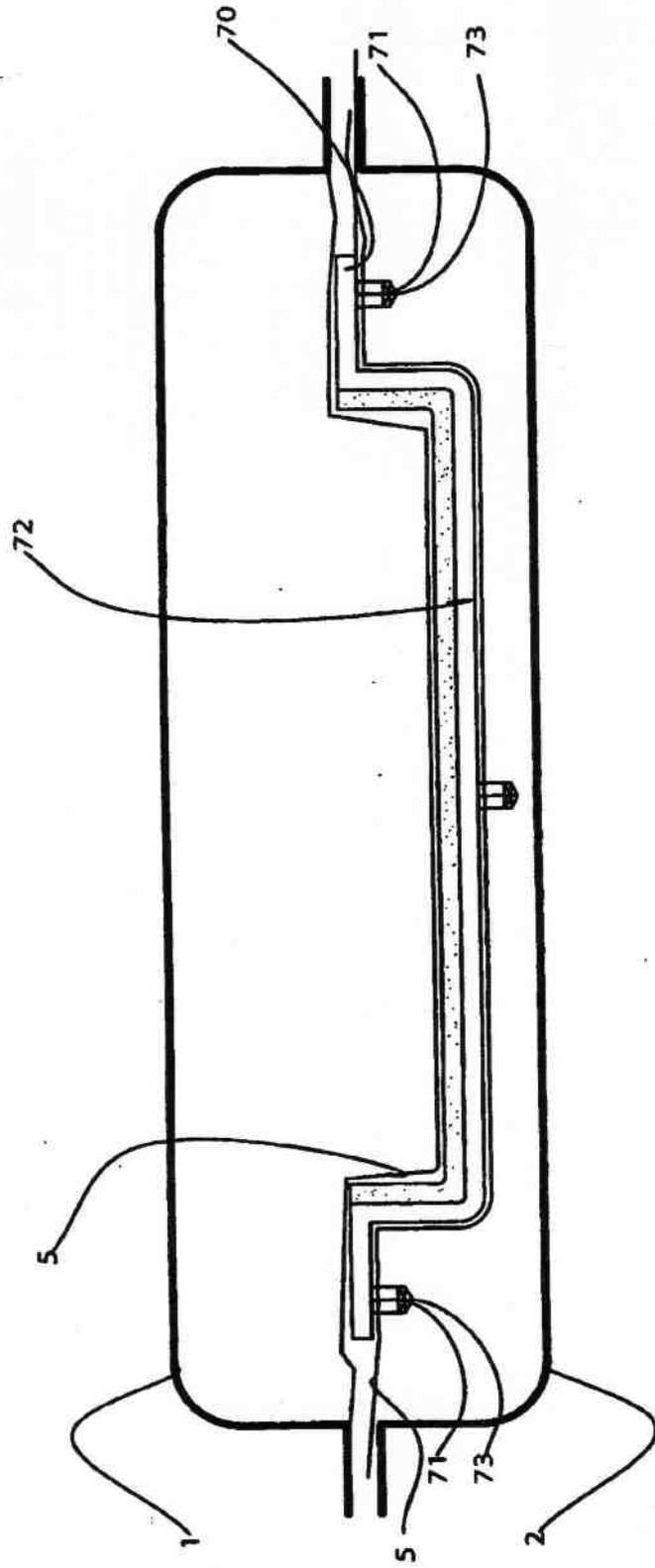


FIG.17

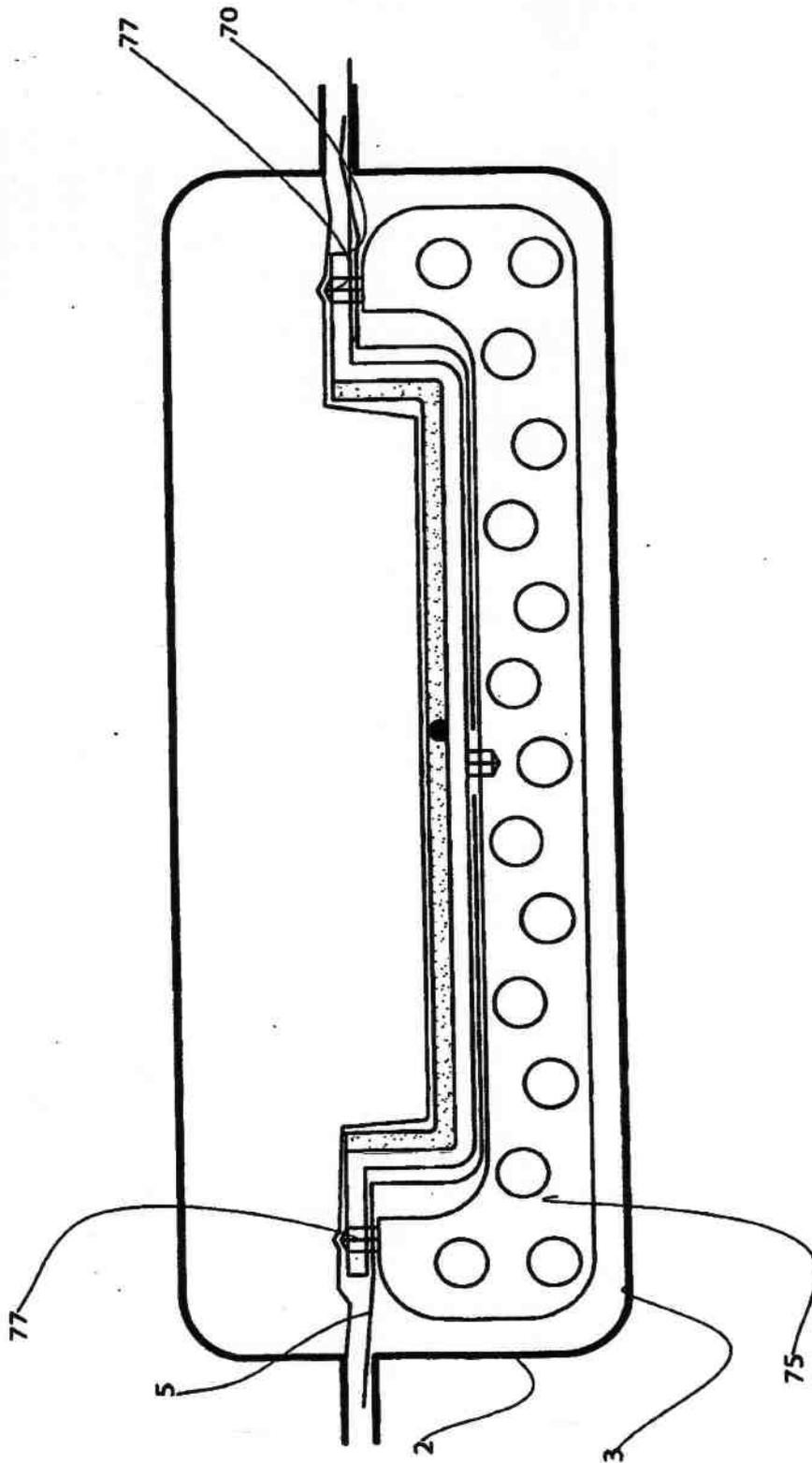


FIG.18

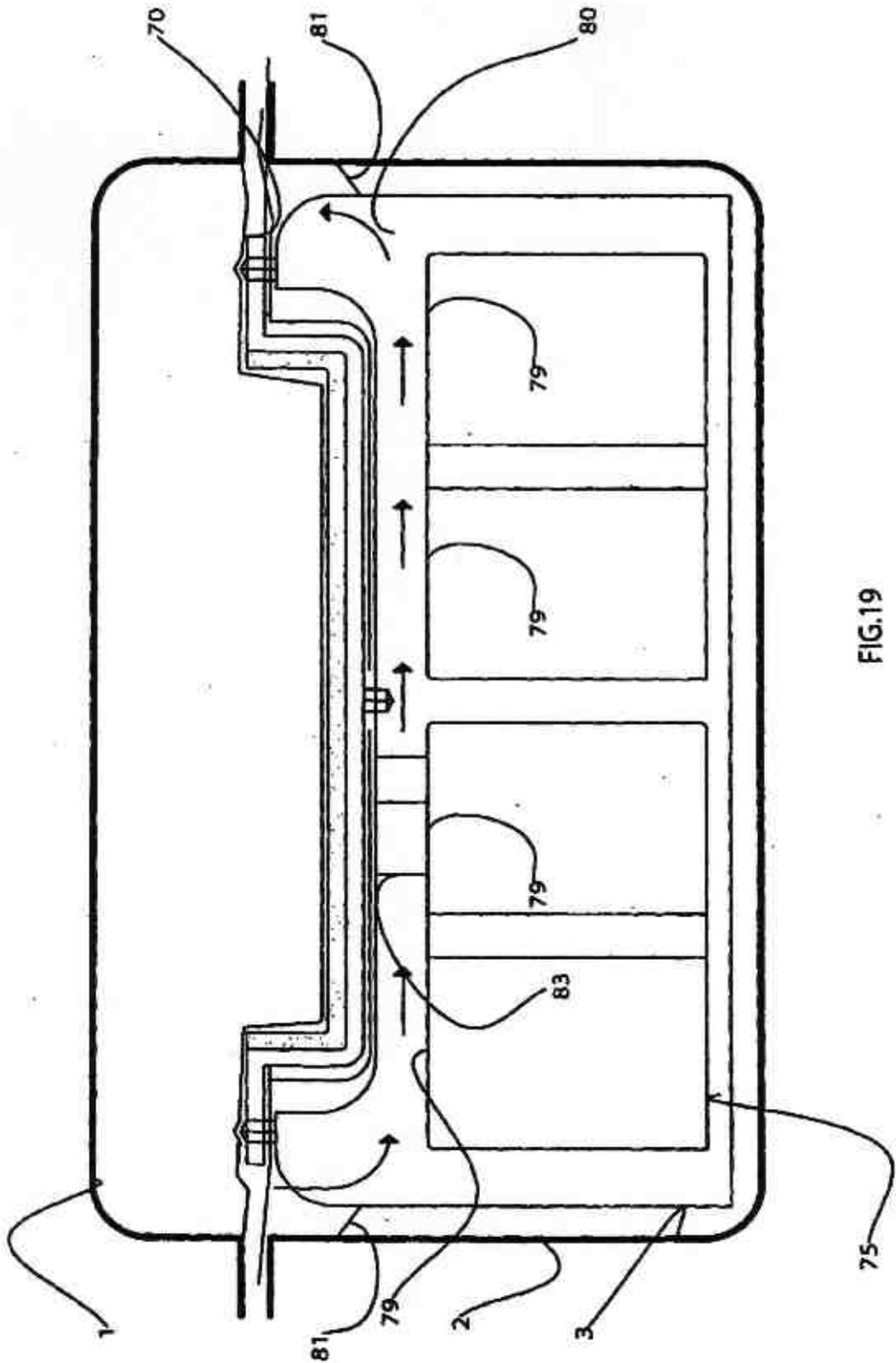
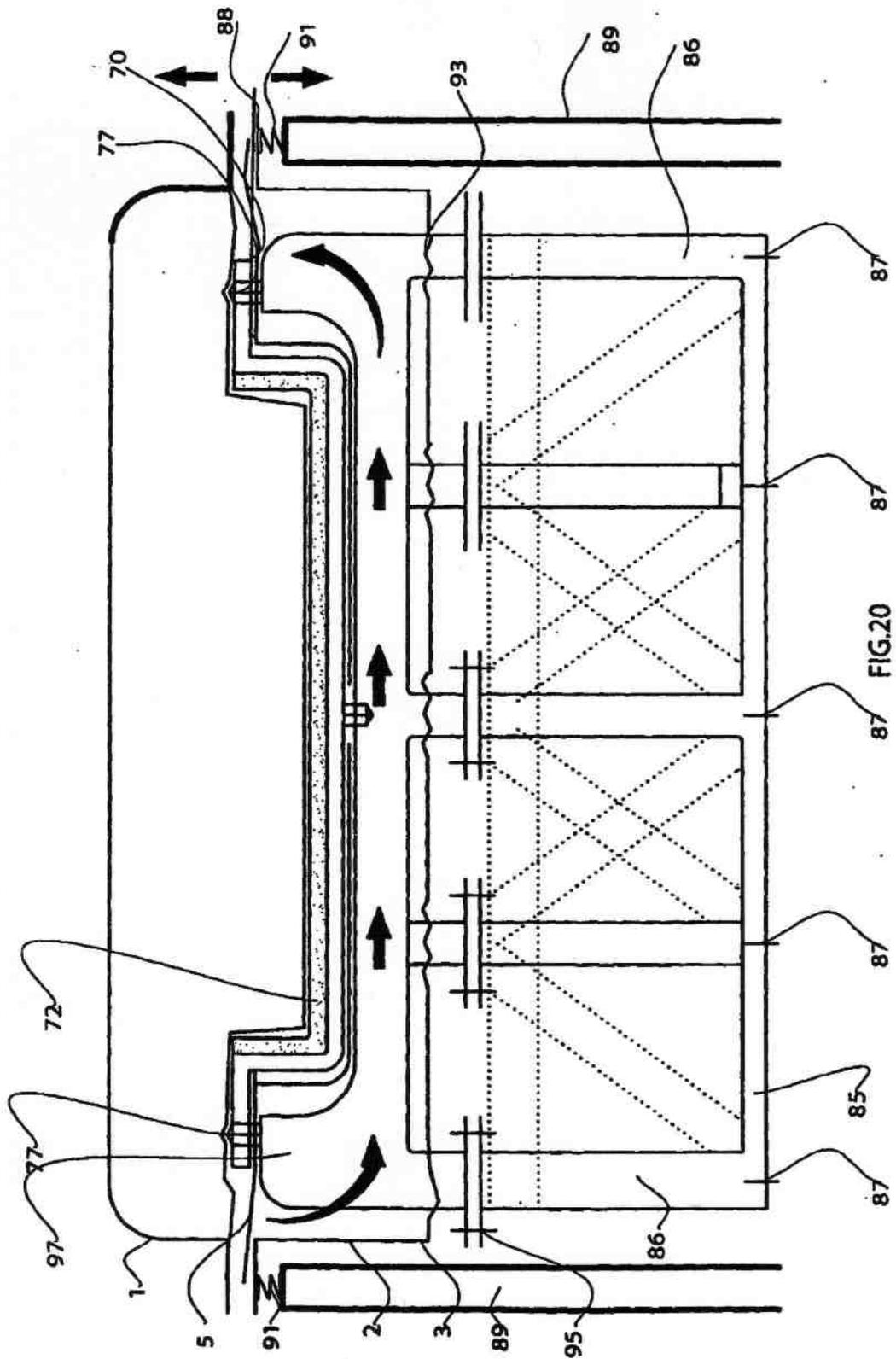


FIG.19



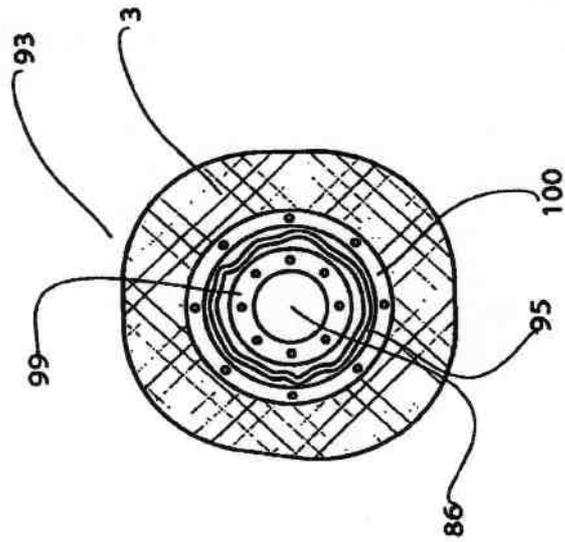


FIG.21b

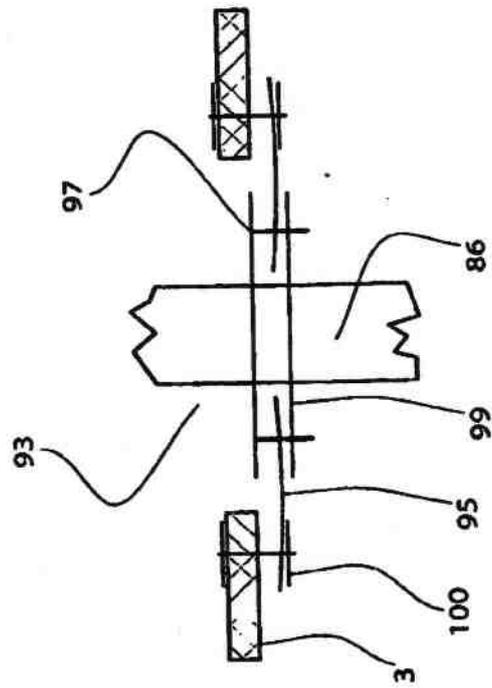


FIG.21a

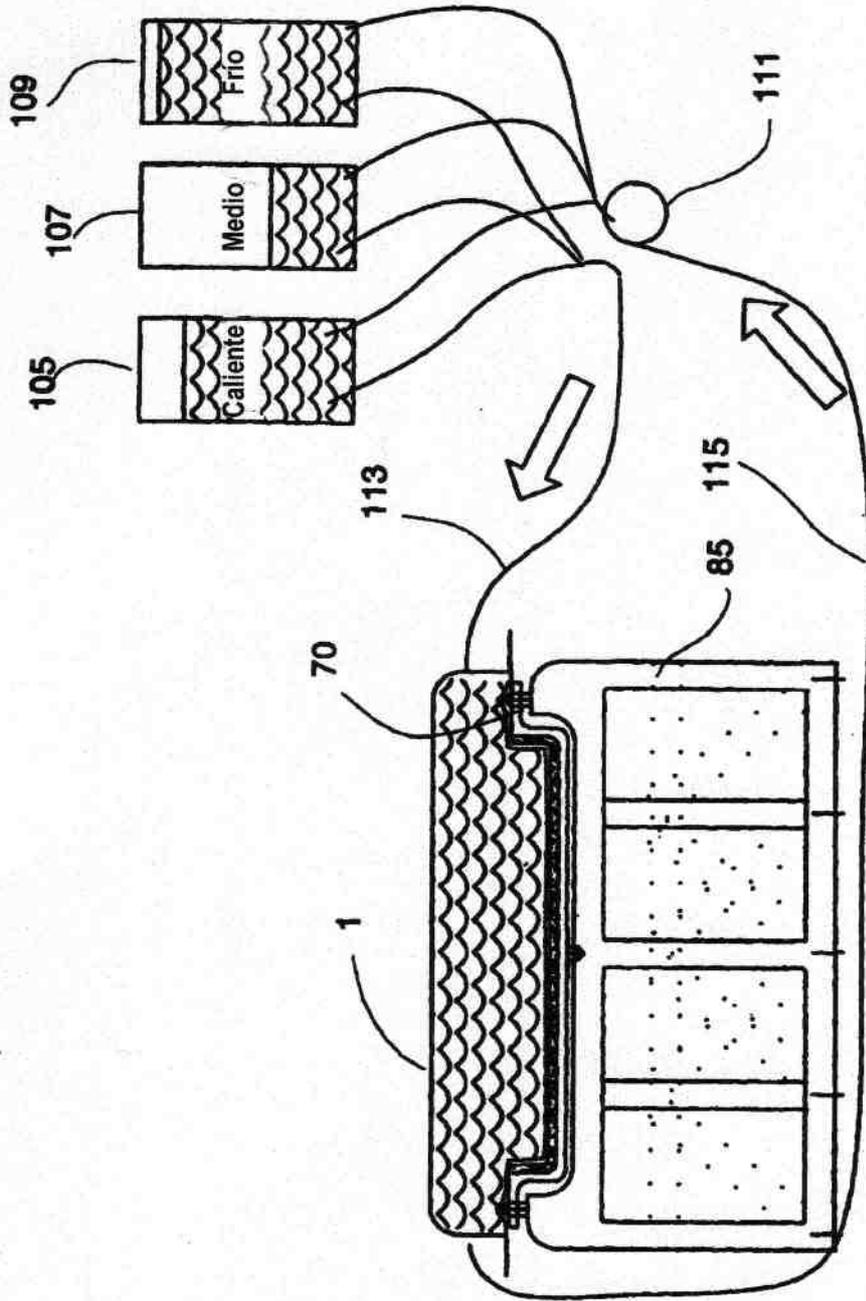


FIG. 22

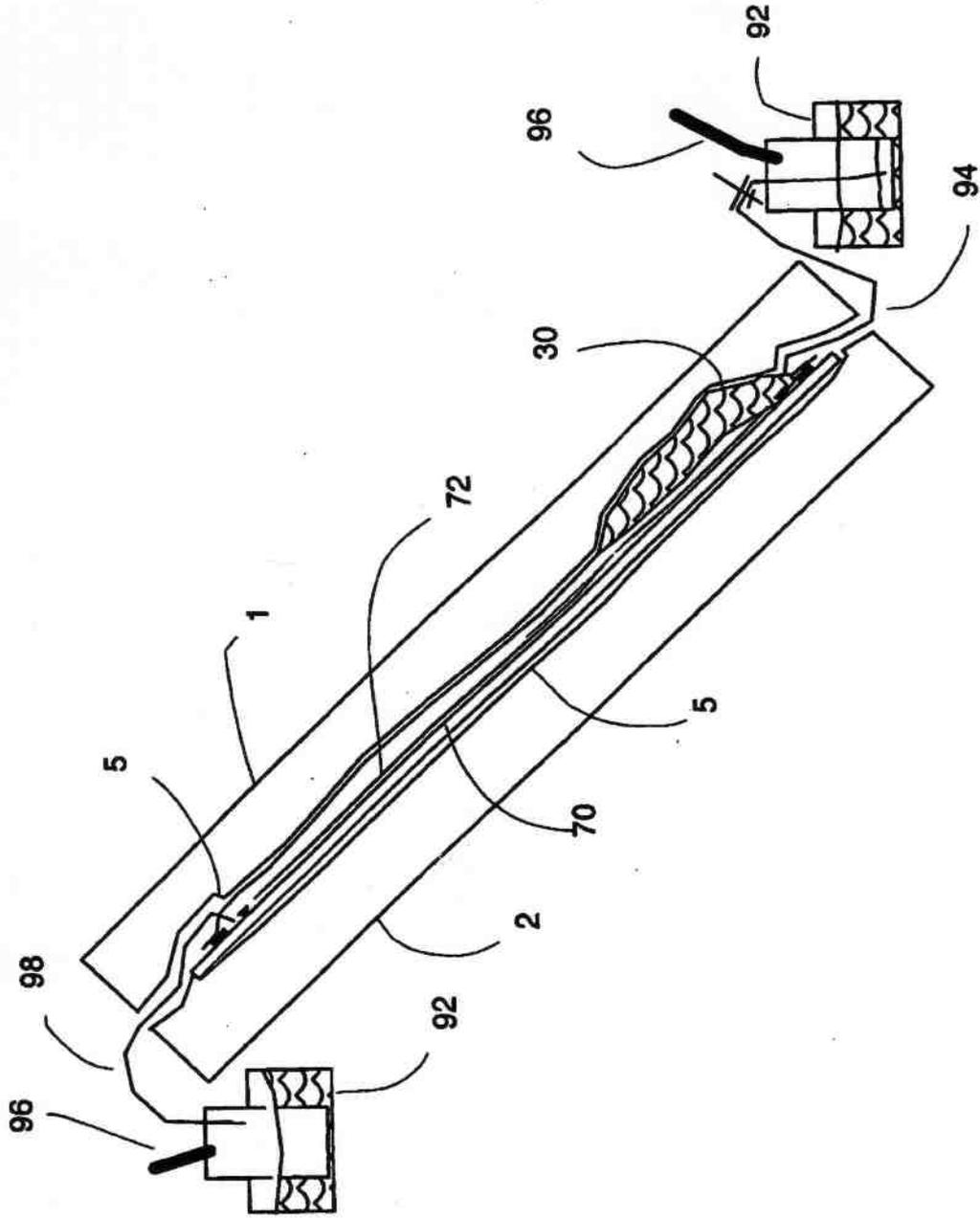


FIG. 23

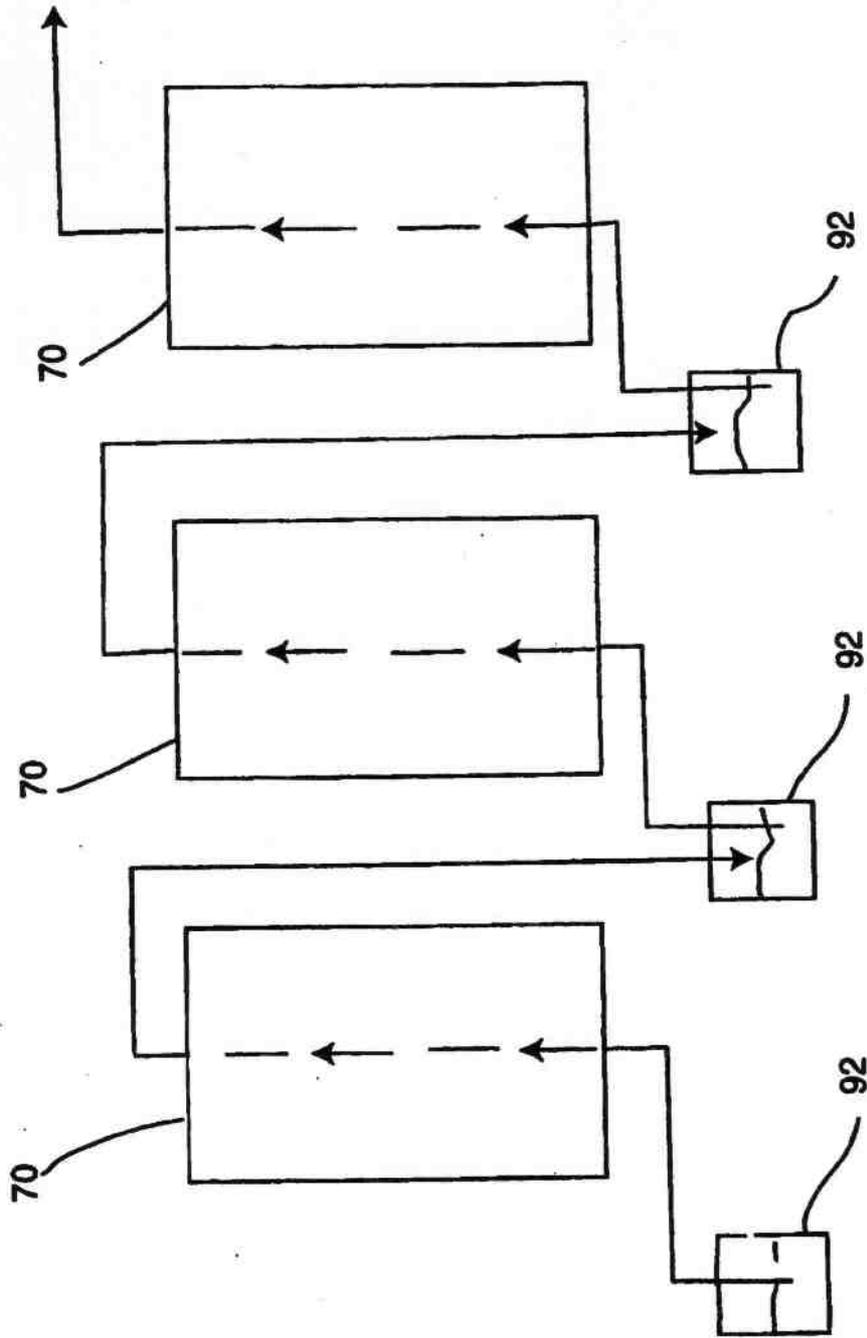


FIG. 24

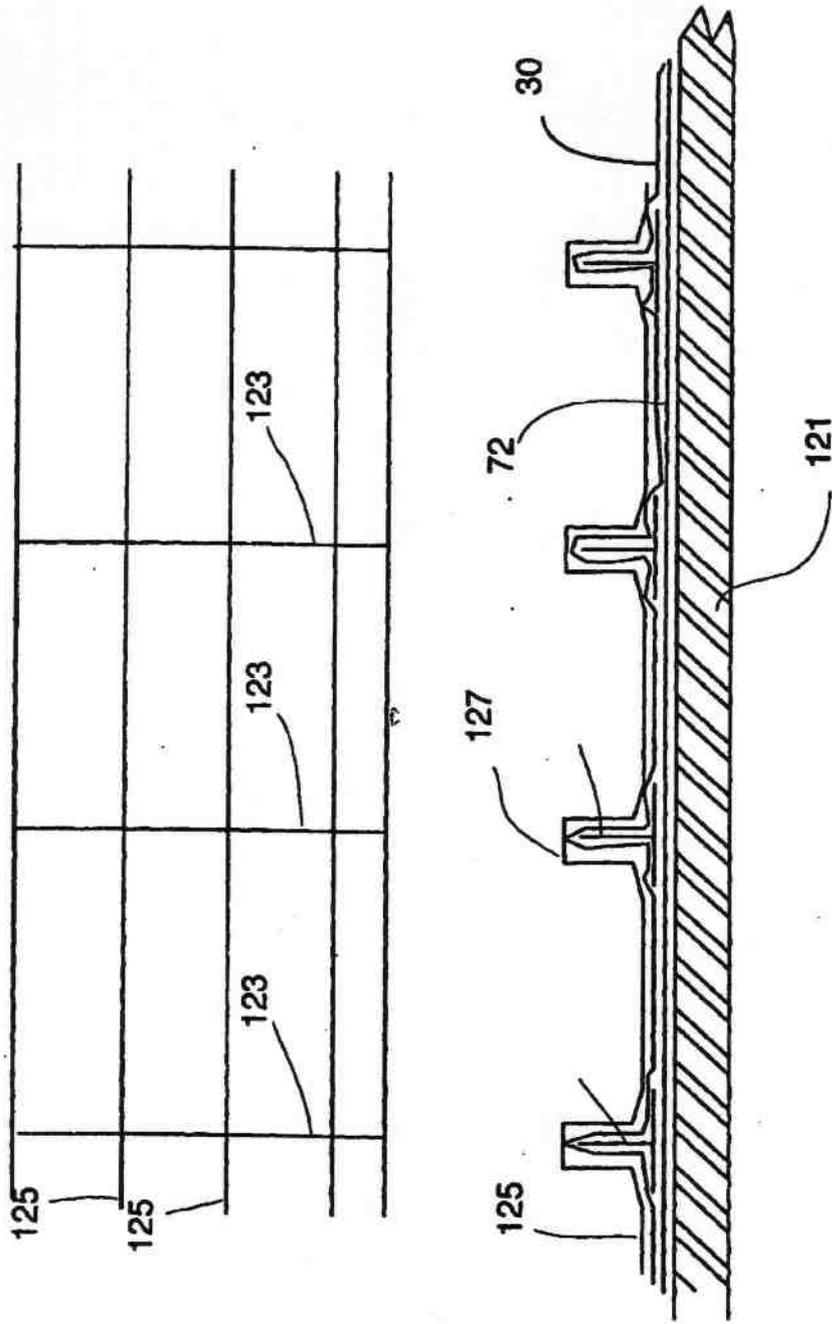


FIG. 25

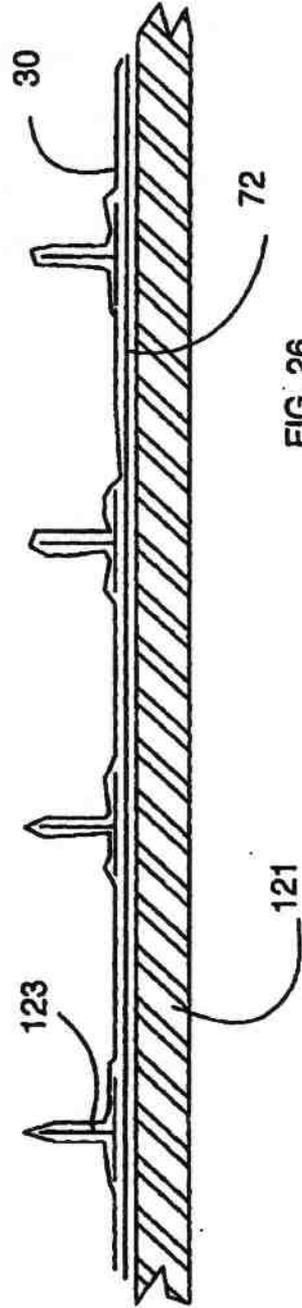
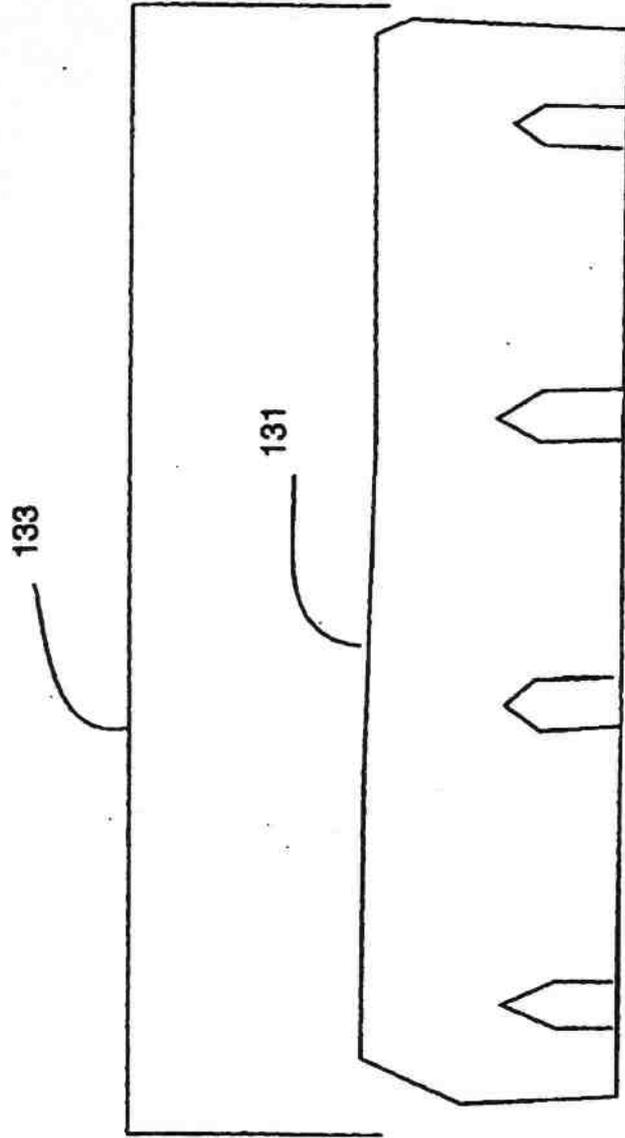


FIG. 26

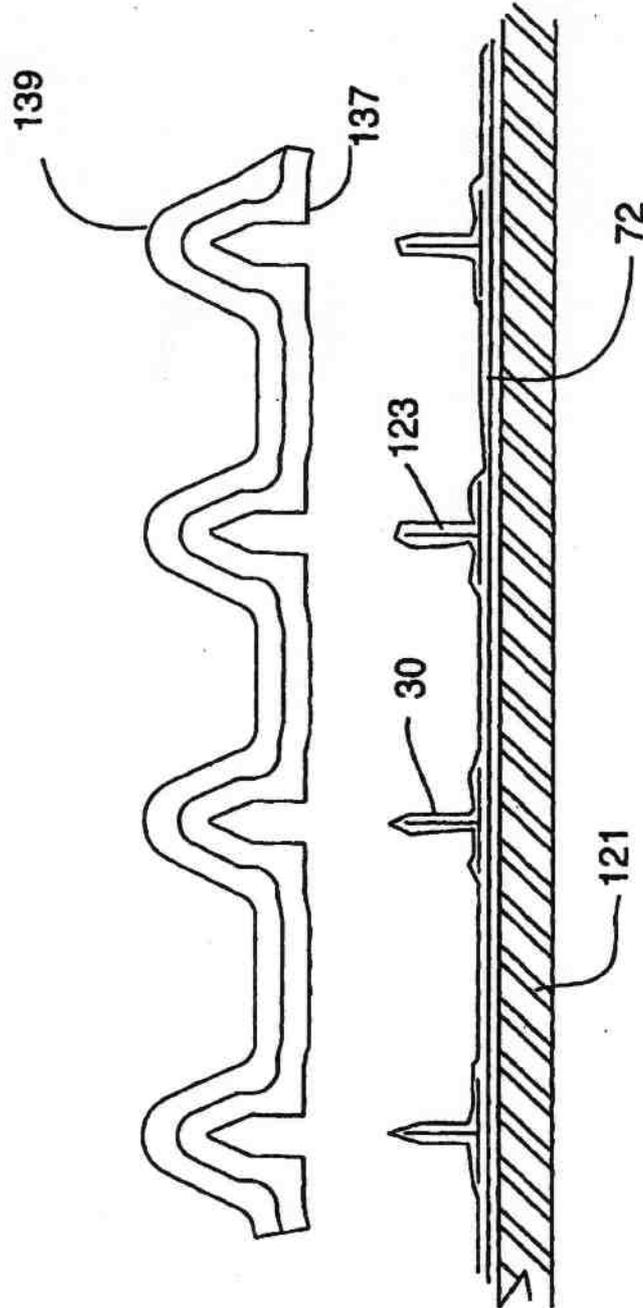


FIG. 27

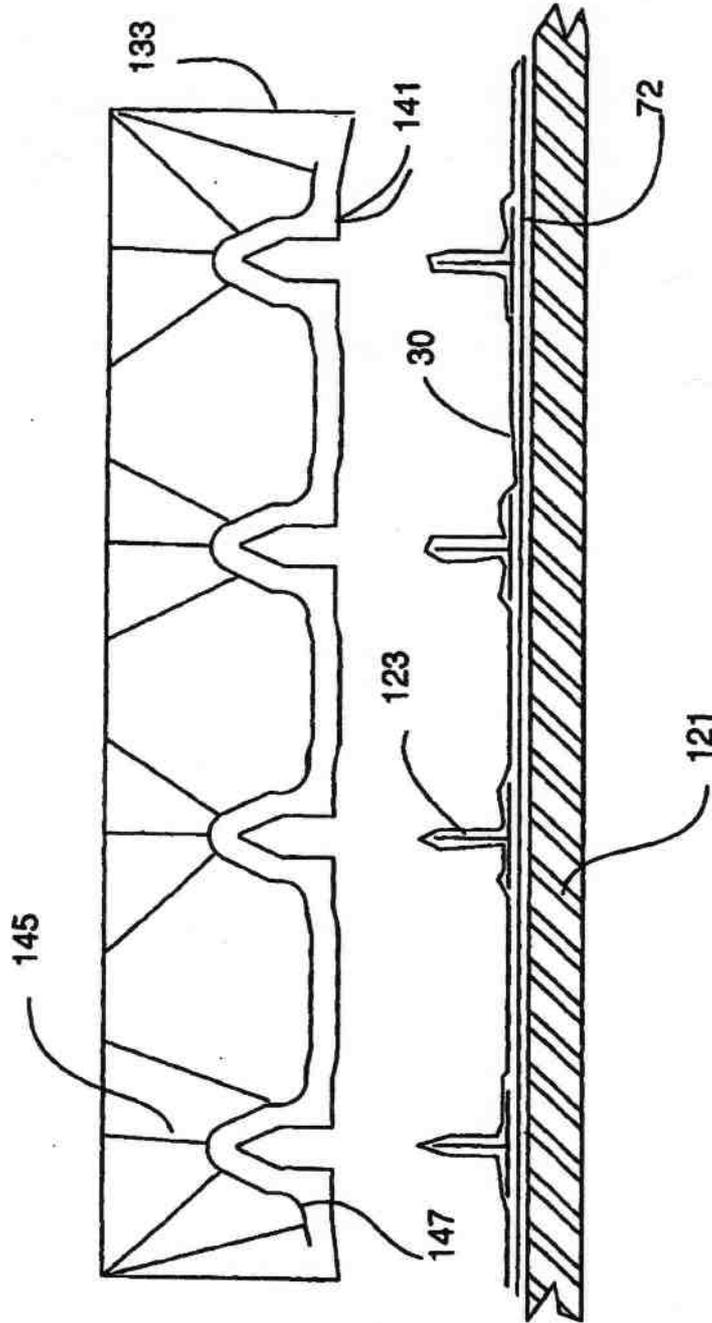


FIG. 28

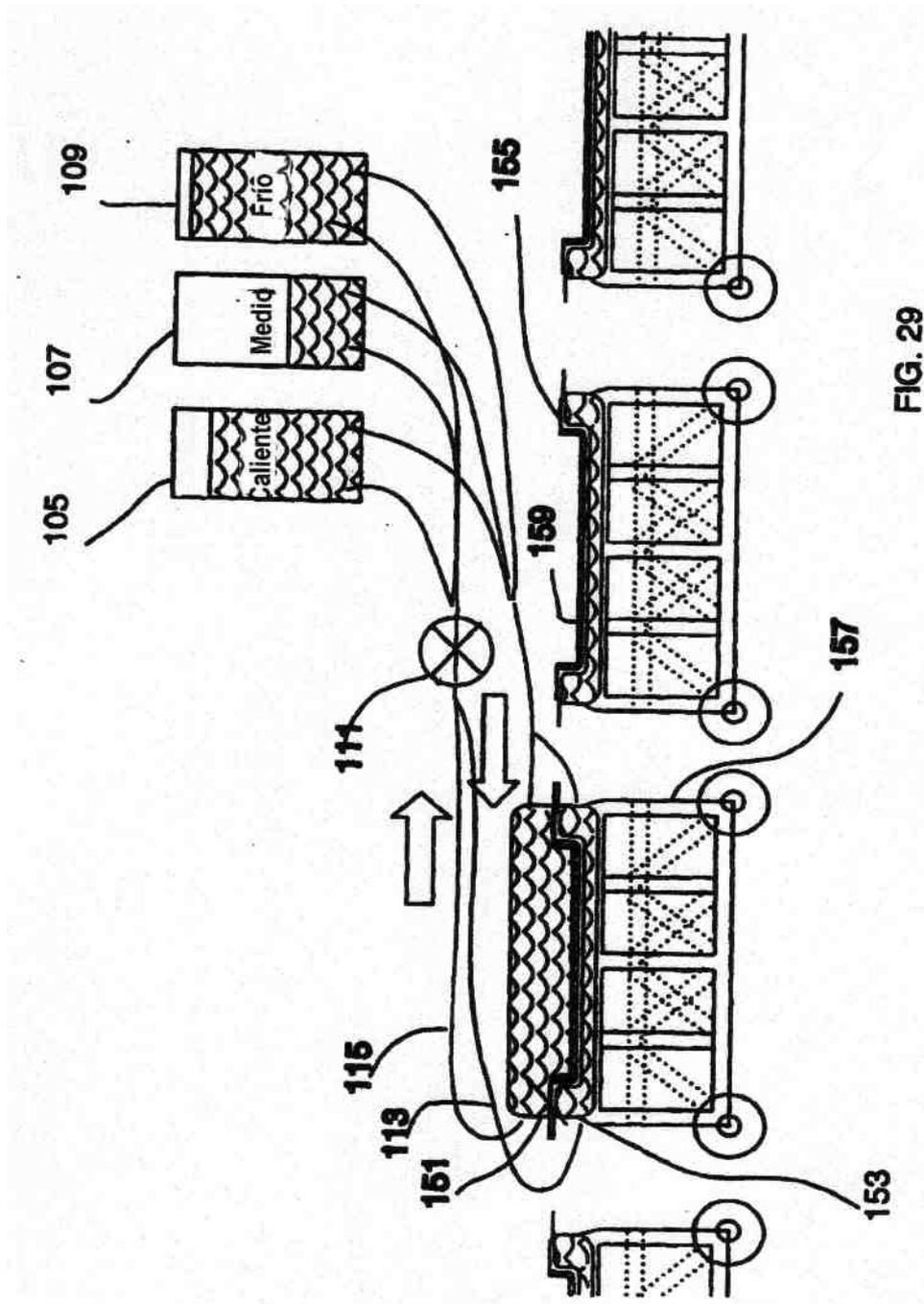


FIG. 29

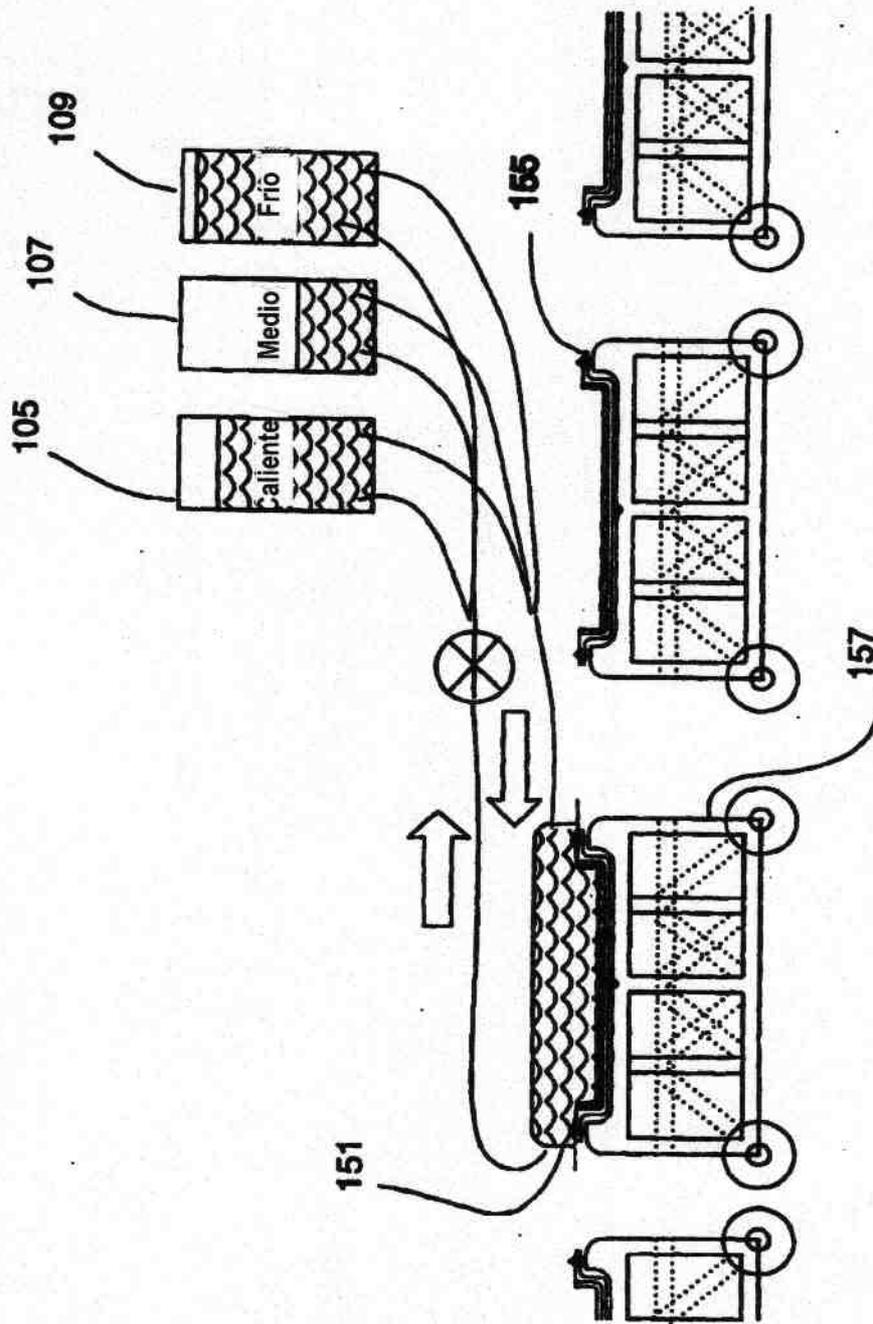


FIG. 30

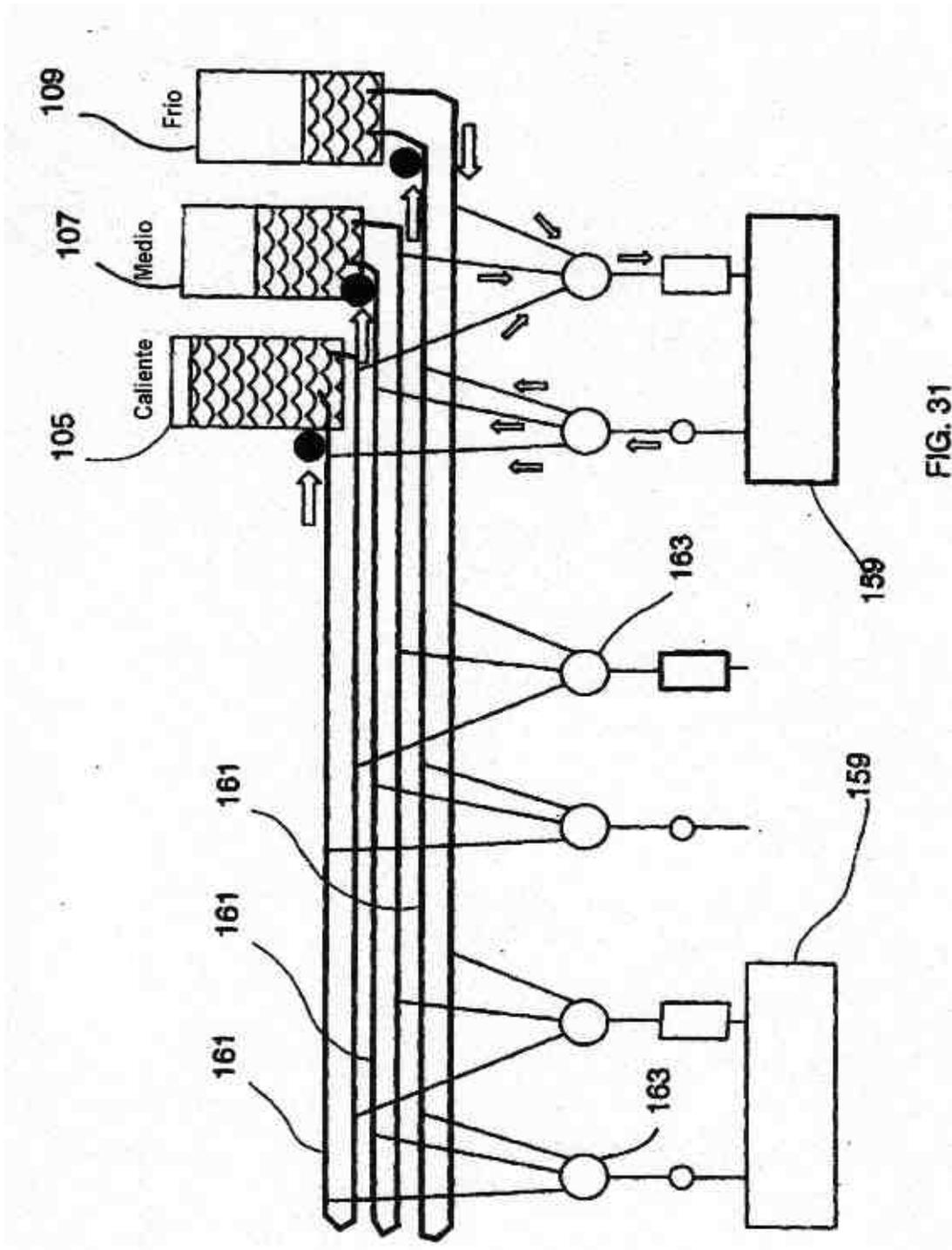


FIG. 31

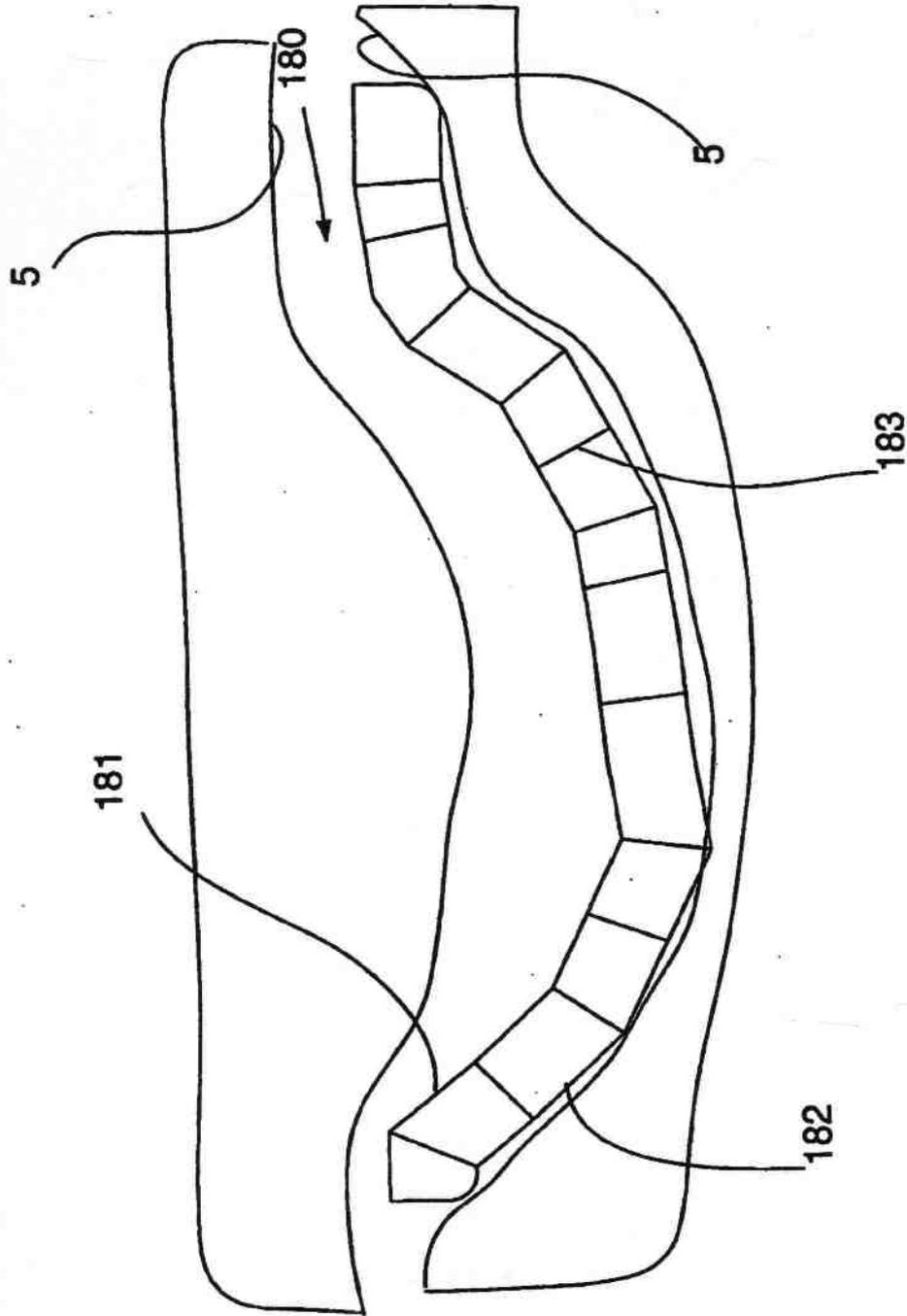


FIG. 32